

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-015163

(43)Date of publication of application : 17.01.1997

(51)Int.Cl. G01N 21/88

G01B 11/30

H05K 3/00

// H01L 21/66

(21)Application number : 07-166208

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND
CO LTD

(22)Date of filing : 30.06.1995

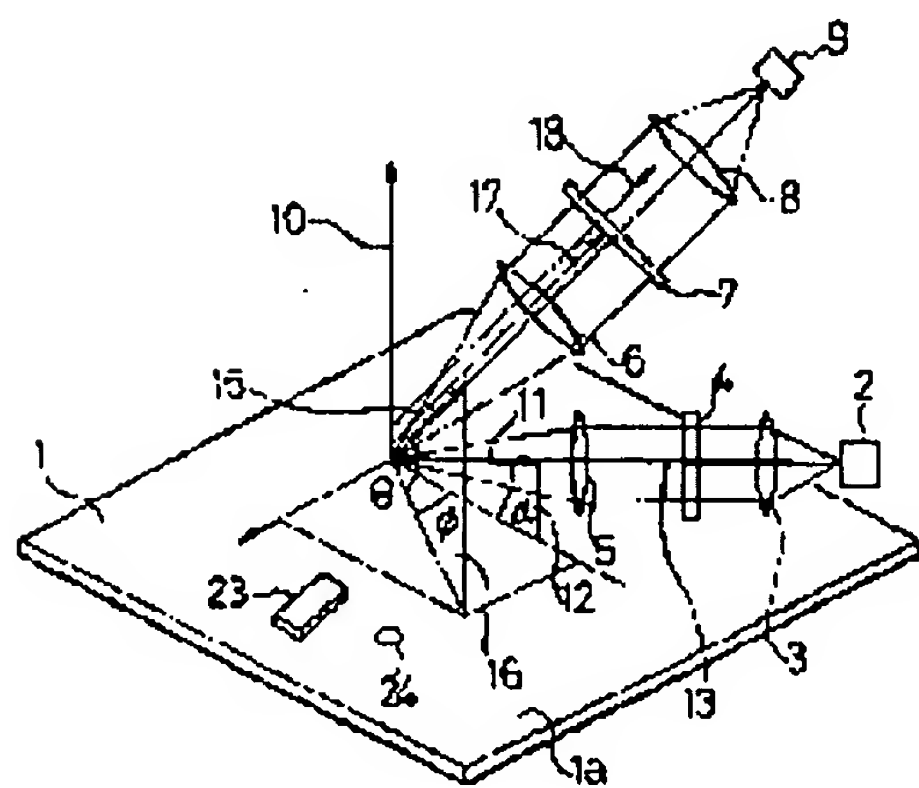
(72)Inventor : SHIMONO TAKESHI
NAGASAKI TATSUO
TAKAMOTO KENJI
ITO MASAYA
NISHII KANJI

(54) METHOD AND EQUIPMENT FOR INSPECTING FOREIGN SUBSTANCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the light intensity of a detection light from a foreign substance, to enlarge a discrimination ratio between the foreign substance and noise and thereby to enable highly accurate detection of the foreign substance.

CONSTITUTION: A beam 13 to be an S polarization in respect to an inspection surface 1a of an object 1 of inspection is cast thereon in such a manner that the axis almost parallel to this surface 1a is the optical axis thereof. A component 18 in a reflected light and a scattered light generated by the beam 13, which is a P polarization in respect to the inspection surface 1a, is detected, as a foreign substance, on the optical axis forming an acute angle α to the inspection surface 1a and a difference angle ϕ within 30° to the optical axis of the beam 13.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3140664

[Date of registration] 15.12.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公園番号

特開平9-15163

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庫内整理番号

FI

技術表示箇所

G O I N 21/88

G O I N 21/88

F

G O I B 11/30

G O I B 11/30

C

H O 5 K 3/00

H O 5 K 3/00

Q

// H O 1 L 21/66

H O 1 L 21/66

J

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平7-166208

(71) 出題人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(22)出願日 平成7年(1995)6月30日

(72) 発明者 下野 健

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 長崎 達夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 高本 健治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石原 勝

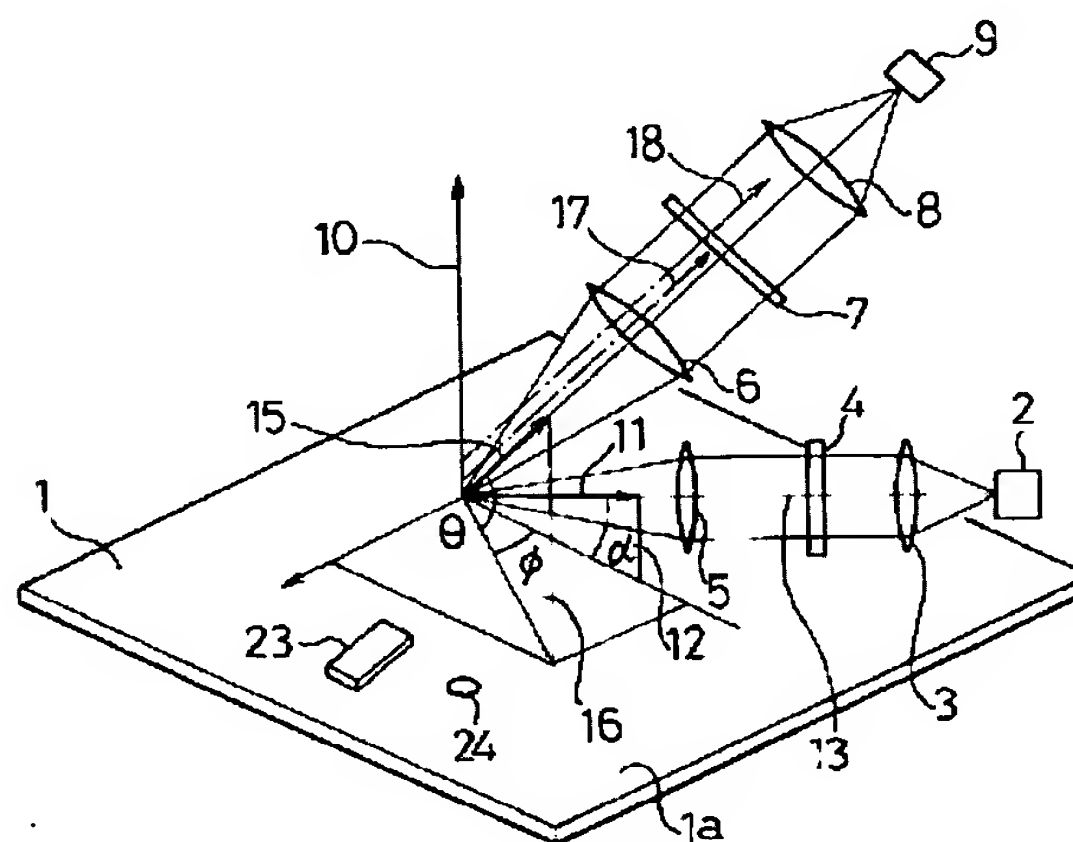
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 異物検査方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】異物からの検出光の光強度を向上させて、異物とノイズとの弁別比を大にして、高精度の異物検出を行う。

【構成】検査対象１の検査面１ a に対して S 偏光となるビーム 1 3 を前記検査対象１の検査面１ a に対してほぼ平行な軸が光軸となるように照射し、検査面１ a とのなす角 α が鋭角で、かつ、前記ビームの光軸との差角 ϕ が 30° 以内となる光軸にて、前記ビームによって発生する反射光及び散乱光中の検査面１ a に対して P 偏光となる成分 1 8 を異物として検出することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検査対象の検査面に対してS偏光となるビームを前記検査対象の検査面に対してほぼ平行、または小さな角をもって交わる軸が光軸となるように照射し、検査面とのなす角が鋭角で、かつ、前記ビームの光軸との差角が 30° 以内となる光軸にて、前記ビームによって発生する反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を異物として検出することを特徴とする異物検査方法。

【請求項2】 検査対象がパターン付き基板であって、反射光及び散乱光中のP偏光成分の光量の比較により異物を検出することを特徴とする請求項1記載の異物検査方法。

【請求項3】 S偏光となるビームの光軸と検査対象の検査面とのなす角を $1^\circ \sim 5^\circ$ にすることを特徴とする請求項1または2記載の異物検査方法。

【請求項4】 検査対象の検査面とのなす角が 60° 以下になる光軸にて検出することを特徴とする請求項1、2または3記載の異物検査方法。

【請求項5】 検査対象の検査面とのなす角が 40° 以下になる光軸にて検出することを特徴とする請求項4記載の異物検査方法。

【請求項6】 検出側光軸上に配した空間フィルタによって検査対象の周期パターンを除去することを特徴とする請求項1、2、3、4または5記載の異物検査方法。

【請求項7】 検出側光軸にて、焦点距離 f かつ開口径 D の対物レンズと、対物レンズの主平面から距離 L の位置に主平面が配置され、開口径が $D \cdot 2A + A L / f$ 以上（但し A は光電変換素子の検出幅と対物レンズ、結像レンズとの倍率関係により決まる検査領域）となるように設定された結像レンズとからなる光学系を用いて、反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を異物として光電変換素子で検出することを特徴とする請求項1、2、3、4、5または6記載の異物検査方法。

【請求項8】 テレセントリック光学系を用いて、反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を異物として検出することを特徴とする請求項1、2、3、4、5または6記載の異物検査方法。

【請求項9】 検出側光軸にて、偏光を回転させる $1/2$ 波長板を検査対象に応じて付加することによって、反射光及び散乱光中の検査面に対してS偏光となる成分をP偏光成分に変換して異物として検出することを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7または8記載の異物検査方法。

【請求項10】 複数の点光源からのビームを点列と平行な方向の像の倍率を変化するように配置されたシリンドリカルレンズによってラインビームに設定したことを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9記載の異物検査方法。

【請求項11】 検査対象の検査面に対してほぼ平行な

軸を光軸とするように配置され、前記検査対象の検査面に対してS偏光となるようにビームを照射する照明部と、検査面とのなす角が鋭角で、かつ、前記照明部の光軸との差角が 30° 以内となる光軸にて前記照明部によって発生する反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を検出し光電変換する検出部と、前記検出部により得られた信号を用いて異物と判定する信号処理部を備えていることを特徴とする異物検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、検査対象表面に存在する異物を検出するための異物検査方法及び装置に関し、主として液晶製造工程及び半導体製造工程におけるパターン付き基板の外観検査を行う方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の異物検査方法としては、例えば計測自動制御学会論文集（vol.17, No.2237/242, 1981）に示されている。

【0003】図24は、この従来の異物検査方法の基本構成図である。

【0004】201は被検査基板である。ここで、被検査基板201を含み紙面に垂直な面を被検査基板201の主面と定義する。202は被検査基板201上のパターン、203は被検査基板201上の異物、205は被検査基板201の主面に対してほぼ平行方向に照射するS偏光レーザー光源（S偏光とは紙面に垂直方向の偏光を示している。）、206は被検査基板201の主面に対してほぼ垂直な軸を光軸とする対物レンズ、207はP偏光（紙面と平行な方向の偏光）を透過するように設定された検光子、208は結像レンズ、209は光電変換素子である。

【0005】以上のように構成された従来の基板検査方法について、その動作を説明する。被検査基板201にほぼ平行な方向からS偏光レーザー光源205の光を照射すると、パターン202による反射光210は偏光方向を乱されることなくそのまま反射される。つまり、S偏光の反射光210は、対物レンズ206を透過後、P偏光を透過、つまり、S偏光を遮光するように設定された検光子207により遮光される。一方、異物203にS偏光レーザー光源205からの光を照射すると、異物203により散乱が発生し、偏光成分が乱され、P偏光成分を含んだ散乱光211となる。この散乱光211は、対物レンズ206を透過した後、検光子207によりS偏光成分が遮光され、P偏光成分だけが透過し、結像レンズ208により、光電変換素子209に結像される。この光電変換素子209からの出力信号により異物203の存在位置を検出することが可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような構成では、パターン202からの反射光210のP偏光成分は、対物レンズ206の光軸上で完全に0となるが、光軸と角度をなす反射光についてはP偏光成分を有し、かつパターンの反射率が大きければ、より強いノイズ源となる。

【0007】一方異物203からの散乱光211の強度は、異物203のサイズが小さくなるほど、弱くなる。図24においてレーザー光源205からの光と対物レンズ206の光軸とのなす角を検出角 θ とする。光電変換素子209にて検出される異物203からの散乱光211のP偏光成分の光強度をS（信号）、アルミ配線等の反射率の大きいパターン202からの反射光210のP偏光成分の光強度をN（ノイズ）とし、検出角 θ を横軸とするS/N値は図25のごとくなる。この図から明らかのように、検出角 90° 、つまり、従来例のような構成とした場合には、S/Nの値は1以下となり、異物203とパターン202のとの区別がつけられない。

【0008】また、別の従来例として、例えば米国特許No. 5,127,726に示されているものがある。この例では、検査対象の検査面に対して比較的低角度でレーザー光を照射し、検査面との角が鋭角となる位置にて検出する方法を取っている。しかし、 10° 程度の角度以上の位置からレーザー光を、照射した場合、反射率の大きいパターンからのN（ノイズ）成分が大きくなってしま

う。すなわち、この例でもS/Nの値は小さくなり異物とパターンの弁別がつけられない。

【0009】以上のように、従来例の方法では、パターンの反射率が高くパターンからの反射光が強い場合、あるいは異物のサイズが小さくなり、異物からの反射光が弱い場合には、異物とパターンの弁別がつけられないという問題があった。

【0010】本発明は、上記問題点を鑑み、パターン付き基板等の検査対象上の異物からの検出光の光強度を、パターンからの検出光の光強度より著しく向上させ、異物とパターンの弁別比を向上させ、かつ、微小な異物まで検出できる異物検査方法および異物検査装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の異物検査方法は、検査対象の検査面に対してS偏光となるビームを前記検査対象の検査面に対してほぼ平行、または小さな角をもって交わる軸が光軸となるように照射し、検査面とのなす角が鋭角で、かつ、前記ビームの光軸との差角が 30° 以内となる光軸にて、前記ビームによって発生する反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を異物として検出することを特徴とするものである。

【0012】前記検査対象の検査面に対してS偏光となるビームとは、照明側光軸と前記検査面の法線ベクトル

とでなす入射面に対して電気ベクトル成分が垂直に振動するビームを意味し、例えば図2に13で示されるものである。

【0013】前記ビームを検査対象の検査面に対してほぼ平行、または小さな角をもって交わる軸が光軸となるように照射し、とは前記ビームの光軸と検査面とのなす角（入射角）がほぼ 0° または小さくなるように前記ビームを照射することを意味し、例えば図2に α で示される入射角をほぼ 0° または 5° 程度以下にすることを意味する。

【0014】前記検査面とのなす角が鋭角とは、検出側光軸と前記検査面とのなす角（検出角）が 90° 未満であることを意味し、例えば図2に θ で示される検出角が後述のように 60° 以下、特に好ましくは 40° 以下にすることを意味する。

【0015】前記ビームの光との差角が 30° 以内となる光軸とは、検出側光軸への検査面への投影ベクトルと、照明側光軸の検査面への投影ベクトルとのなす角（方位角）が 30° 以内となることを意味し、例えば図2に ϕ で示される方位角（差角）が $0^\circ \sim 30^\circ$ となることを意味している。

【0016】前記検査面に対し、P偏光となる成分とは、検査側の反射光及び散乱光において、検出側光軸と前記検査面の法線ベクトルとでなす検出面に対し、電気ベクトル成分が検出面内で振動する成分を意味し、例えば図2に18で示されるものである。

【0017】上記発明において、検査対象がパターン付き基板の場合、反射光及び散乱光中のP偏光成分の光量の比較により異物を検出すると好適である。

【0018】また上記発明において、S偏光となるビームの光軸と検査対象の検査面とのなす角を $1^\circ \sim 5^\circ$ にすると好適である。

【0019】あるいは、上記発明において、検査対象の検査面とのなす角が 60° 以下、特に 40° 以下になる光軸にて検出すると好適である。

【0020】あるいは上記発明において、検査側光軸上に配した空間フィルタによって検査対象の周期パターンを除去すると好適である。

【0021】あるいは、上記発明において、検出側光軸にて、焦点距離 f かつ開口径 D の対物レンズと、対物レンズの主平面から距離 L の位置に主平面が配置され開口径が $D - 2A - AL/f$ 以上（但し A は光電変換素子の検出幅と対物レンズ、結像レンズとの倍率関係により決まる検査領域）となるように設定された結像レンズとからなる光学系を用いて、反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を異物として光電変換素子で検出すると好適である。

【0022】あるいは、上記発明において、テレセントリック光学系を用いて、反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を異物として検出すると好適で

10

20

30

40

50

ある。

【0023】あるいは、上記発明において、検出側光軸にて、偏光を回転させる1/2波長板を検査対象に応じて付加することによって、反射光及び散乱光中の検査面に対してS偏光となる成分をP偏光成分に変換して異物として検出すると好適である。

【0024】あるいは、上記発明において、複数の点光源からのビームを点列と平行な方向の像の倍率を変化するように配置されたシリンドリカルレンズによってラインビームに設定すると好適である。

【0025】本発明の異物検査装置は、検査対象の検査面に対してほぼ平行な軸を光軸とするように配置され、前記検査対象の検査面に対してS偏光となるようにビームを照射する照明部と、検査面とのなす角が鋭角で、かつ、前記照明部の光軸との差角が 30° 以内となる光軸にて前記照明部によって発生する反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を検出し光電変換する検出部と、前記検出部によって得られた信号を用いて異物として判定する信号処理部を備えていることを特徴とするものである。

【0026】

【作用】本発明は上記構成によって、検査対象の検査面に対してS偏光となるビームを前記検査対象の検査面に対してほぼ平行、または小さな角でもって交わる軸が光軸となるように照射し、検査面とのなす角が鋭角で、かつ、前記ビームの光軸との差角が 30° 以内となる光軸にて、前記ビームによって発生する反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を異物として検出することにより、異物からの検出光の光強度を、パターン等からの検出光の光強度より著しく向上させることにより、異物とパターン等ノイズとなる成分との弁別比を向上させ、かつ、微小な異物まで検出することが可能である。

【0027】また上記ビームの光軸と検査対象の検査面とのなす角を $1^\circ \sim 5^\circ$ にすることにより、更に、異物とパターンとの弁別比が良くなるため、高精度に異物を検出することが可能である。

【0028】また検査面とのなす角が 60° 以下になるような位置の光軸にて検出することにより、さらに、異物とパターンとの弁別比が良くなるため、高精度に異物を検出することが可能である。

【0029】また、検査面とのなす角が 40° 以下になるような位置の光軸にて検出することにより、さらに、光軸外においても、異物とパターンとの弁別比が良いため、高精度に異物を検出することが可能である。

【0030】さらに、検出部に周期パターンを除去する空間フィルタを設けることにより、検査対象のパターンからの光を除去できるため、さらに、高精度に異物を検出することが可能である。

【0031】また、検出部に光軸外において共焦点光学

系以上の開口を有するように設定された光学系を設けることにより、光軸外においても異物からの光量を多く受光できるため、光軸外においても高精度に異物を検出することが可能である。

【0032】また、検出部にテレセントリック光学系を設けることにより、検査対象がうねっていても倍率関係が損なわれないため、高精度の異物の検査を実現できる。

【0033】また、検出部に1/2波長板と検査対象の種類に応じて1/2波長板を抜き差しする波長板移動制御部を設けることにより、光強度の大きい偏光方向を選ぶことができるため、高感度で異物の検査を実現できる。

【0034】また、照明部に複数の点光源と点列と平行な方向の像の倍率を変化させるように配置されたシリンドリカルレンズを設けることにより、照度が大きく均一なラインビームを照射できるため、高精度に異物を検出することが可能である。

【0035】また検査対象の検査面に対してほぼ平行な軸を光軸とするように配置され、前記検査対象の検査面に対してS偏光となるようにビームを照射する照明部と、検査面とのなす角が鋭角で、かつ、前記照明部の光軸との差角が 30° 以内となる光軸にて前記照明部によって発生する反射光及び散乱光中の検査面に対してP偏光となる成分を検出し光電変換する検出部と、前記検出部により得られた信号を用いて異物と判定する信号処理部を設けることにより、検査対象のパターン等ノイズとなる成分からの光はほとんど受光しない構成の異物検査装置を構成することができ、高精度の異物検査を実現できる。

【0036】

【実施例】図1は、本発明の第1実施例における異物検査方法の基本構成図である。

【0037】図2は図1の説明用図、図3は図2におけるベクトルの説明用図である。

【0038】図において、1は被検査基板（検査対象）、2はレーザー光源、3はレーザー光源からの光を平行光化するコリメータレンズ、4は偏光子、5は平行光をライン状に結像し被検査基板1の表面を後側の焦点面とするシリンドリカルレンズである。また、6はシリンドリカルレンズ5の後側焦点面を前側の焦点面とする対物レンズ、7は検光子、8は結像レンズ、9は結像レンズ8の結像面に配置されたラインセンサである。

【0039】また10は被検査基板1の表面（検査面）1aの法線ベクトル、11はレーザー光源2、コリメータレンズ3、シリンドリカルレンズ4からなる光軸を示す入射方向ベクトルであり、この入射方向ベクトル11と被検査基板1とのなす角を入射角 α とし、入射角 α はほぼ 0° となるように設定されている。また、12は法線ベクトル10と入射方向ベクトル11とでなす入射面

である。13は、図3で示すように、入射面12に対して電気ベクトル成分が垂直に振動するS偏光レーザー光、14は入射面12内で電気ベクトル成分が振動するP偏光レーザー光であり、偏光子4はS偏光レーザー光13のみが透過するように設定されている。15は対物レンズ6と結像レンズ8からなる光軸を示す検出方向ベクトルであり、この検出方向ベクトル15と被検査基板1とのなす角を検出角 θ とし、検出角 θ が鋭角となるように、また、入射方向ベクトル11と検出方向ベクトル15のそれぞれの被検査基板1への投影ベクトルのなす角を方位角(差角) ϕ とし、方位角 ϕ が $0^\circ \sim 30^\circ$ となるように設定されている。また、16は法線ベクトル10と検出方向ベクトル15とでなす検出面、17は、図3に示すように、検出面16に対して電気ベクトル成分が垂直に振動するS偏光レーザー光、18は検出面16内で電気ベクトル成分が振動するP偏光レーザー光であり、偏光子7はP偏光レーザー光17のみが通過するように設定されている。

【0040】以上のように構成された本実施例の異物検査方法について、その動作を説明する。レーザー光源2からのレーザー光をコリメータレンズ3により平行光とし、入射面12のS偏光レーザー光13が通過するように方位設定した偏光子4によって入射面のS偏光レーザー光13を通過させ、シリンダリカルレンズ5によって被検査基板1に対してほぼ平行になる入射角 α で被検査基板1表面のライン状の領域を照明する。入射面12のS偏光レーザー光13は被検査基板1表面上のパターン23によって反射あるいは異物24によって散乱される。

【0041】被検査基板1上のパターン23によって、反射される反射光ベクトル102を図4に示す。パターン23を多数の微小平面の集合とすると、それぞれの平面での反射光ベクトル102が考えられる。これは、入射方向ベクトル11とある微小平面の法線ベクトル101によって決まる。また、ある平面の法線ベクトル101は、その平面の傾き δ と入射面12とのなす角 η によって決定されることから、反射光ベクトル102の方向は、反射する平面の傾き δ と入射面12とのなす角 η に*

*によって左右される。ある検出角 θ において、S偏光レーザー光を入射したときにパターン23からの反射光のP偏光成分が、検出系の対物レンズ6のどの位置にどの程度の強度で入射されるかを図5に示した。

【0042】ある入射面12とのなす角 η のとき、パターン23を構成している微小平面の傾き δ を 0° から 90° まで連続的に変化させた入射光の位置を示し、線の太さはその時の強度に比例して太くしている。これより、検出角 $\theta = 90^\circ$ では入光してくる η の範囲が大きいものに対して、検出角 $\theta = 40^\circ$ では範囲が小さいことか分かる。また、 $\eta = 0^\circ$ 付近はP偏光成分はほとんど生じないため、強度も微弱である。以上より、検出角 θ を低くすると、被検査基板1上のパターン23からの反射光のP偏光成分は微弱になる。

【0043】一方微小な異物24によって散乱されるレーザー光は、図6に示すような強度分布を有している。この内て後方散乱光の一部が検出部の対物レンズ6の開口に入射される。この散乱光は、図示したように、前方と後方に絶対強度が強いため、側方等の方向に検出方向ベクトル15を設定する場合に比較して高い信号強度が得られる。

【0044】このように、対物レンズ6に入射した光は、検光子7によって検出面16のP偏光レーザー光18のみが透過され、結像レンズ8によってラインセンサ9上に結像される。検出面16のP偏光レーザー光18はラインセンサ9によって光電変換され、検出信号を用いて異物24の判定を高精度に行うことができる。

【0045】次に入射偏光としてS偏光レーザー光13を用いる理由を以下に説明する。

【0046】表1は、入射角 $\alpha 2^\circ$ 、検出角 $\theta 30^\circ$ 、方位角 $\phi 0^\circ$ とし、入射面12のS偏光レーザー光13を用いて検出面のP偏光レーザー光18で異物24を検出する場合と、入射面のP偏光レーザー光14を用いて検出面16のS偏光レーザー光17で異物24を検出する場合を実験比較したものである。なお各照明光の強度は同一である。

【0047】

【表1】

	入射面のS偏光レーザー光で照明 検出面のP偏光レーザー光で検出	入射面のP偏光レーザー光で照明 検出面のS偏光レーザー光で検出
異物の信号	5	6
パターンからのノイズ	1 (基準値)	3
異物検出 S/N	5	2

【0048】表1からわかるように、入射面12のS偏光レーザー光13を用いて検出面16のP偏光レーザー光18で検査すれば、異物24を高いS/N比で検査することかできる。

【0049】また異物24の信号量が大きいため、光源

パワーを小さくできるので、低価格の小出力レーザーを用いることもできる。

【0050】また、異物24の信号量が大きいため、対物レンズ6のNA(鏡口率数)を小さくしても異物検出S/Nが確保できるので、検出部の焦点深度を深くし

て、被検査基板の表面凹凸によるデフォーカスの影響をなくすることができる。

【0051】また、異物検出S/Nが良いので、従来の他の方式に比べて、簡単な構成にすることができ、検査機の小型化、低コスト化を実現できるとともに、信頼性も向上させることができる。従来方法の例としては、計測自動制御学会論文集(vol.25.No.9,954/961,1989)に示されている。これは入射角の異なる2種類の照明により得られる反射光量を用いて異物の判定を行っている。従来方法の他の例としては、計測自動制御学会論文集(vol.17.No.2,237/242,1981)に示されている。これは入射角は同じであるが、方向の異なる2ないし4つの照明により得られる反射光量を用いて異物の判定を行っている。

【0052】なお、この実施例では、検出部にラインセンサ9を用いたが、検出部にホトダイオードやホトマル等の光電変換素子を用いてもよいことは言うまでもない。

【0053】また、この実施例では、照明部にシリンドリカルレンズ5を用いたが、スリット等を用いてライン状の照明光を実現してもよいことは言うまでもない。

【0054】またこの実施例では、入射方向ベクトル11と検出方向ベクトル15のそれぞれの被検査基板1への投影ベクトルのなす角を方位角 ϕ が 0° となるように設定されているが、 30° 以内であれば良い。

【0055】また、この実施例では、検出部の光学系は、対物レンズ6、検光子7、結像レンズ8により構成されているが、対物レンズ、検光子の構成で実現しても良いことは言うまでもない。

【0056】ここで、照明系と検出系が空間的に干渉するような検出角 $\theta=0^\circ$ の場合の構成を図7に示す。レーザー光源2から出射されるレーザー光源は、コリメータレンズ3、偏光ビームスプリッタ111、対物レンズ110を通り、被検査基板1上にライン状の照明として照射される。この時、レーザー光の電気ベクトルが入射面に対して垂直になるS偏光成分のみ光路が曲げられ被検査基板1上に照射されるように、偏光ビームスプリッタ111の方位が設定してある。被検査基板1上の異物によって散乱し、あるいはパターンによって反射された光は、対物レンズ110によって集光され、上記のように設定された偏光ビームスプリッタ111によってP偏光成分のみ透過し、結像レンズ8によってラインセンサ9上に結像される。

【0057】以上のように、偏光ビームスプリッタ111によって照明系と検出系の光軸を近づけることが可能となり、また偏光ビームスプリッタ111が照明系の偏光子4と検出系の検光子7の役割を兼ねることによって図2に示した実施例と同様の性能が得られる。よって検出角 θ を 0° に設定することは可能であり、もちろん検出角 θ を 0° 以上に設定することも可能である。

【0058】次に、検出角 θ を 60° 以下に設定する方が望ましい理由を示す。ライセンサ9にて検出される異物24からの散乱光のP偏光成分の光強度をS(信号)、アルミ配線などの反射率の大きいパターン23からの反射光のP偏光成分の光強度をN(ノイズ)とし、検出角 θ を横軸とするS/Nの値の測定値を図8に示す。

【0059】この結果より、異物を検出するためには、S/N値が1以上、つまり、検出角 θ が 60° 以下であることが必要である。

【0060】また、入射角 α を $1^\circ \sim 5^\circ$ に設定する方が望ましい理由は次の理由である。

【0061】検出角 θ を 40° にした条件で、入射角 α とS/N値との関係を測定したグラフを図9に示す。入射角 α が 1° 未満の場合は、実現が困難であるのと、試料端面からレーザービームが入射してしまい、裏面からの反射光などノイズ成分が大きく増加する原因となる。また、入射角 α が 5° より大きい場合は、図示したように、S/N値が1以下、つまり、ノイズ成分の方が大きくなるため異物が検出できない。よって、入射角 α は $1^\circ \sim 5^\circ$ に設定する方が望ましい。

【0062】図10は本発明の第2実施例における異物検査方法の基本構成図を示すものである。図10において、図中の番号で図2と同じ番号のものは同一のものを示す。

【0063】第1実施例と本実施例が異なるのは、入射角 α の範囲が $1^\circ \sim 5^\circ$ 、検出角 θ の範囲が $0^\circ \sim 40^\circ$ に設定されていることである。

【0064】以上のように構成された本実施例の異物検査方法の動作は、第1実施例の動作と同じである。

【0065】ここで、検出角 θ を 40° 以下にする理由を示す。

【0066】まず、視野全体でのS/N値を考える。図11は、対物レンズの開口径0.3、テレセントリック光学系にした場合の光軸外のS/N値を示している。縦軸に光軸上でのS/N値に対する相対比、横軸に像高をとってある。図9より、視野の端、つまり、像高hのところでは、S/N値が半分になる。

【0067】これは次に述べる理由によるものである。光軸から離れるにしたがって、つまり、軸外になるほど、ラインセンサ9により受光できる角度が減少するため、異物24からの光量は減少する。一方、パターン23からの反射光は、鏡面反射であるため、対物レンズ6全体に分布を持っているのではなく、ある一部のみに光が集中しているため、受光できる角度が減少してもパターン23からの反射光の強度は減少しない。このため、軸外になるほど、S/Nが低下するという問題が発生する。

【0068】この結果と図8に示す結果とを併せ考えると、視野全体でS/N値が1以上になるためには、光軸

上でS/N値2以上、検出角 θ は 40° 以下にすることが必要条件となる。また入射角 α を $1'$ ないし $5''$ に設定する理由は、第1実施例にて説明した通りである。

【0069】以上のように本実施例によれば、第1実施例と同様の効果が得られる。さらに、本実施例によれば、視野全体にわたって異物検出のS/N値がよいので、高精度に異物を検出することができる。

【0070】なお、この実施例では、検出部にラインセンサ9を用いたが、検出部にホトダイオードやホトマルなどの光電変換素子を用いても良いことは言うまでもない。

【0071】また、この実施例では、照明部にシリンドリカルレンズ5を用いたが、スリット等を用いてライン状の照明光を実現してもよいことは言うまでもない。

【0072】また、この実施例では、入射方向ベクトル11と検出方向ベクトル15のそれぞれの被検査基板1への投影ベクトルのなす角（方位角） ϕ が 0° となるように、設定されているが、 30° 以内であればよい。

【0073】また、この実施例では、検出部の光学系は対物レンズ6、検光子7、結像レンズ8により構成されているが、対物レンズ、検光子の構成で実現してもよいことは言うまでもない。

【0074】図12は、本発明の第3実施例における異物検査方法の基本構成図を示すものである。図12において、図中の番号で図2と同じ番号のものは同一のものを示す。第1実施例と本実施例とが異なるのは、対物レンズ6と結像レンズ8との間に、周期的パターンノイズをカットするために、空間フィルタ25を設けていることである。この空間フィルタ25は、以下のように作成することができる。被検査基板1の周期パターンのCADデータを用いて、周期パターンのフーリエ変換像を作成し、周期パターンを遮光するように写真乾板に記録し作成する。あるいは、被検査基板1の周期パターンを照射し、対物レンズ後の空間フィルタの設置位置に設置された写真乾板に、周期パターンの反射光を記録し、周期パターンを遮光するように写真乾板に記録し作成する。

【0075】以上のように構成された本実施例の異物検査方法について、その動作を説明する。レーザー光源2からのレーザー光をコリメータレンズ3により平行光とし、入射面12のS偏光レーザー光13が透過するように方位設定した偏光子4によって入射面12のS偏光レーザー光13を透過させ、シリンドリカルレンズ5によつて被検査基板1に対してほぼ平行になる入射角 α で被検査基板1の表面のライン状の領域を照明する。

【0076】このように照明された光が、被検査基板1表面上のパターン23によって反射され、対物レンズ6*

$$D2 > D1 - 2A + AL / f1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、Aはラインセンサ9の検出幅と対物レンズ27、結像レンズ28との倍率関係により決まる検査領域、Lは対物レンズ27と結像レンズ28の主平面間距離を示

*に入射する光は、第1実施例で述べたように、ある特定の方向の平面で偏光が歪められ、ごく微小であるが、存在する。このようなパターン23からの反射光はパターン23の周期パターンに依存して発生し、周期的に発生する。このような光が存在すると、異物検出S/Nが低下する。

【0077】一方、異物24によって散乱される光は、パターン23からの光に比べ大きい。このようなパターン23からの反射光及び異物24からの散乱光のうち、対物レンズ6に入射した光は、検光子7によって検出面16のP偏光レーザー光18のみが透過される。

【0078】このように、検光子7を透過したパターン23からの反射光および異物24からの散乱光は、空間フィルタ25によつて、パターン23の特定方向の周期パターンのみが除去されるため、この空間フィルタ25を透過した光は、結像レンズ8によってラインセンサ9上に結像される。検出面16のP偏光レーザー光18はラインセンサ9によって光電変換され、検出信号を用いて異物の判定を高精度に行うことができる。

【0079】以上のように、本実施例によれば、第1実施例と同様の効果が得られる。さらに、本実施例によれば、パターン23の特定方向の平面等により周期的に発生する反射光は、予めこのような光を遮光するように作成された空間フィルタ25により遮光されるため、極めてノイズを小さくでき、高精度に異物24を検査することができる。

【0080】なお、本実施例では、検出部にラインセンサ9を用いたが検出部にホトダイオードやホトマル等の光電変換素子を用いても良いことは言うまでもない。

【0081】また、この実施例では、照明部にシリンドリカルレンズ5を用いたが、スリット等を用いてライン状の照明光を実現してもよいことは言うまでもない。

【0082】また、第2実施例と組み合わせることにより、さらに、高精度に異物を検査できることは言うまでもない。

【0083】図13は、本発明の第4実施例における異物検査方法の基本構成図を示すものである。図13において、図中の番号で図2と同一番号のものは同一のものを示す。本実施例と第1実施例とが異なるのは、シリンドリカルレンズ5の後側焦点面を前側の焦点面とし焦点距離 $f1$ および径 $D1$ を有する対物レンズ27と焦点距離 $f2$ および径 $D2$ を有する結像レンズ28を設けていることである。ただし、結像レンズ28は式(1)の関係を満足している。

$$D2 > D1 - 2A + AL / f1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

している。

【0085】以上のように構成された本実施例の異物検査方法について、その動作を説明する。レーザー光源2

からのレーザー光をコリメータレンズ3により平行光とし、入射面12のS偏光レーザー光13が透過するように方位設定した偏光子4によって入射面のS偏光レーザー光13を透過させ、シリンダリカルレンズ5によって被検査基板1に対してほぼ平行になる入射角 α 出被検査基板1表面のライン状の領域を照明する。

【0086】このように照明された光が、被検査基板1の表面上のパターン23によって反射され、対物レンズ27に入射する光は、第1実施例で述べたように、特定方向の平面等により、極く微小である。

【0087】一方、異物24によって散乱される光は、パターン23からの光に比べ大きい。このようなパターン23からの反射光および異物24からの散乱光のうち、対物レンズ27に入射した光は、検光子7によって*

$$\varepsilon_1 = \tan^{-1} \{ (D_1/2 - h) / f_1 \} \quad \dots\dots\dots (2)$$

また紙面下方に対しては、式(3)で示される ε_2 の角※

$$\varepsilon_2 = \tan^{-1} \{ (D_2/2 + h - h_L / f_1) / f_1 \} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式(2)、(3)よりわかるように、 ε_1 は対物レンズ27のみで決まるが、 ε_2 は結像レンズ28の径 D_2 と主平面間距離 L によって決まる。

【0091】このように、光軸から離れるにしたがって、つまり、軸外になるほど、ラインセンサ9により受光できる角度が減少するため、異物24からの光量は減少する。

【0092】一方、パターン24からの反射光は、鏡面反射であるため、対物レンズ27全体に分布を持っているのではなく、ある一部のみ光が集中しているため、受光できる角度が減少しても、パターン23からの反射★

$$D_2 \geq D_1 - 2A + AL / f_1$$

また、対物レンズ27と結像レンズ28の径を同一にする場合が多いことと、説明を簡単にするために、 $D_1 = D_2$ として以下説明する。この場合には、式(4)は式☆

$$2f_1 \geq L$$

つまり、主平面間距離 L を対物レンズ27の焦点距離 f_1 の2倍以内にすると、

【0096】図15は、 $D_1 = D_2$ として、主平面間距離 L と光軸からの距離 h を変化させた場合の S/N を計算機シミュレーションした結果を示している。図15より、 $L \leq 2f_1$ の場合には、 S/N の低下の割合が小さく、 L が $2f_1$ 以上の場合に比べ S/N が良いことがわかる。

【0097】このように、結像レンズ28を式(4)に示すように設定することにより、光軸外での S/N の低下の割合を低減できる。

【0098】以上のように本実施例によれば、第1実施例と同様の効果が得られる。さらに、本実施例によれば、結像レンズ28を式4のように設定することにより、光軸外においても高精度に異物24を検出することができ。

【0099】なお、この実施例では、検出部にラインセ

* 検出面16のP偏光レーザー光18のみが透過され、結像レンズ28によってラインセンサ9上に結像される。

【0088】検出面16のP偏光レーザー光18はラインセンサ9によって光電変換され、この検出信号を用いて異物24の判定を高精度に行うことができることは、第1実施例と同様である。本実施例が第1実施例と異なる点は、軸外での S/N が良くなることであり、以下それについて説明する。

【0089】図14は、検出部を上から見た図である。

10 図4において、光軸から h 離れた位置でのパターン23あるいは異物24からの光は、紙面上方に対しては、式(2)で表される ε_1 の角度内であれば、ラインセンサ9に結像できる。

【0090】

※度内であれば、ラインセンサ9に結像できる。

★光の強度は減少しない。このため、軸外になるほど、 S/N が低下するという問題が発生する。

20 【0093】このような課題に対して、異物24からの散乱光をできるだけ受光できるようにするため、少なくとも、対物レンズ27により遮光される量よりも結像レンズ28により遮光される量が小さくならないように、条件を設定する。つまり、最大像高さ $h = A/2$ (A : 検査領域)において、 $\varepsilon_2 \geq \varepsilon_1$ となるように設定する。この関係に式(2)、(3)を代入し、整理すると式(4)つまり、式(1)となる。

【0094】

$$\dots\dots\dots (4)$$

30 ☆ (5) のように書ける。

【0095】

$$\dots\dots\dots (5)$$

ンサ9を用いたが、検出部にホトダイオードやホトマル等の光電変換素子を用いてもよいことは言うまでもない。

【0100】また、この実施例では、照明部にシリンダリカルレンズ5を用いたが、スリット等を用いてライン状の照明光を実現しても良いことは言うまでもない。

40 【0101】また第2実施例及び第3実施例と組み合わせることにより、さらに、高精度に異物を検査できることは言うまでもない。

【0102】図16は、本発明の第5実施例における異物検査方法の基本構成図を示すものである。図16において、図中の番号で図2と同一番号のものは同一のものを示す。第1実施例と本実施例が異なるのは、対物レンズ29と結像レンズ30が両テレセントリック光学系で構成されていることである。例えば、結像レンズ30の前側焦点面を対物レンズ29の後側焦点面とすることにより実現できる。

50

【0103】以上のように構成された本実施例の異物検査方法についてその動作を説明する。レーザー光源2からのレーザー光をコリメータレンズ3により平行光とし、入射面12のS偏光レーザー光13が透過するように方位設定した偏光子4によって入射面のS偏光レーザー光13を透過させ、シリンドリカルレンズ5によって被検査基板1に対してほぼ平行になる入射角 α で被検査基板1表面のライン状の領域を照明する。

【0104】このように照明された光が被検査基板1表面上のパターン23によって反射され、対物レンズ29に入射する光は、第1実施例で述べたように、特定方向の平面等により、ごく微小である。

【0105】一方、異物24によって散乱される光は、パターン23からの光に比べ大きい。このようなパターン23からの反射光及び異物24からの散乱光のうち、対物レンズ29に入射した光は、検光子7によって検出面16のP偏光レーザー光のみが透過され、結像レンズ30によってラインセンサ9上に結像される。検出面16のP偏光レーザー光18はラインセンサ9によって光電変換され、この検出信号を用いて、異物24の判定を高精度に行うことができることは、第1実施例と同様である。

【0106】以上のように、本実施例によれば、第1実施例と同様の効果が得られる。さらに、本実施例によれば、対物レンズ29と結像レンズ30は両テレセントリックとしているため、被検査基板1にうねり等が生じて、倍率関係が変化しないため、異物の大きさを正確に測定することができる。

【0107】なおこの実施例では、検出部にラインセンサ9を用いたが、検出部にフォトダイオードやフォトマル等の光電変換素子を用いても良いことは言うまでもない。

【0108】また、この実施例では、照明部にシリンドリカルレンズ5を用いたが、スリット等を用いてライン状の照明光を実現しても良いことは言うまでもない。

【0109】また本実施例と第2実施例及び第3実施例とを組み合わせることにより、さらに、高精度に異物を検査できることは言うまでもない。

【0110】図17は、本発明の第6実施例における異物検査方法の基本構成図を示すものである。図17において、図中の番号で図2と同一番号のものは同一のものを示す。第1実施例と本実施例とが異なるのは、対物レンズ6と検光子7の間に、1/2波長板31とこれを抜き差しするための波長板移動制御部32を設けていることである。但し、1/2波長板31は、図18に示すように、結晶の光軸が検出面16のS偏光レーザー光17の偏光面となす角が45°程度に設定され、S偏光レーザー光17をP偏光に変換することで、P偏光レーザー光18のみが透過するように方位設定した検光子7を透過するようにした。

【0111】以上のように構成された本実施例の異物検査

方法についてその動作を説明する。ここでは、パターンの形成されていない被検査基板か、あるいはプロセスの初期工程等におけるパターン段差の小さい被検査基板を検査する場合において、検出系に1/2波長板31が挿入された場合の動作を説明する。レーザー光源2からのレーザー光をコリメータレンズ3により平行光とし、入射面12のS偏光レーザー光13が透過するように方位設定した偏光子4によって、入射面12のS偏光レーザー光13を透過させ、シリンドリカルレンズ5によって、被検査基板1に対して平行になる入射角 α で被検査基板1表面のライン状の領域を照明する。

【0112】このように照明された光が、被検査基板1表面上のパターン23によって反射されるが、ここではパターン段差が小さい被検査基板を想定しているため、対物レンズ6に入射するような反射面を持つパターンエッジ部は微小で、対物レンズ6にはほとんどパターン23からの反射光が入射せず、パターン23のノイズは殆ど無い。

【0113】一方、異物24によって散乱される光は、偏光成分が乱されるために、検出面16のS偏光レーザー光17及びP偏光レーザー光18を含んだ反射光となる。

【0114】この検出面16のS偏光レーザー光17の強度は、検出面16のP偏光レーザー光17の強度の約5倍以上である。この反射光は対物レンズ6に入射後、結晶の光軸が検出面16のS偏光レーザー光17の偏光面となす角が45°程度に設定された1/2波長板31を透過する。この際に波長板31に入射した高い強度のP偏光レーザー光18として出射され、また波長板31に入射した低い強度のP偏光レーザー光18は、低い強度のS偏光レーザー光17として出射される。

【0115】検光子7によって高い強度のP偏光レーザー光18のみが透過され、結像レンズ8によってラインセンサ9上に結像される。検出面16のP偏光レーザー光18は、ラインセンサ9によって光電変換され、この検出信号を用いて異物の判定を高精度に行うことができることは、第1実施例と同様である。第1実施例と異なるのは、パターンの形成されていない被検査基板1か、あるいはプロセスの初期工程等に於けるパターン段差の小さい被検査基板1を検査する場合において、より高感度に異物24を検出できることである。以下、それについて説明する。

【0116】入射面12のS偏光レーザー光13による照明強度に対して、異物24から発生する後方散乱光における検出面16のP偏光レーザー光18の強度は非常に弱い。このため、パターンの形成されていない被検査基板1か、あるいはプロセスの初期工程等におけるパターン段差の小さい被検査基板1等を検査する場合においては、照明系の強度に限界があるために、パターン23からのノイズによって異物検出S/Nが決まるのではな

く、ラインセンサ9等の検出系自体で決まるノイズによって、異物検出S/Nが決まっていた。

【0117】以上のように、本実施例によれば、第1実施例と同様の効果が得られる。さらに、本実施例によれば、ハターンの形成されていない被検査基板1か、あるいはプロセスの初期工程等におけるハターン段差の小さい被検査基板1等を検査する場合に、検出系に1/2波長板31を挿入して、異物24から発生する強い後方散乱強度を持つ検出面16のS偏光レーザー光17を検出し、高い異物検出異物検出S/Nによって異物検出感度を向上させることができる。

【0118】上記の実施例の検出系においては、1/2波長板31の挿入によって、後方散乱強度が高いS偏光レーザー光17をP偏光レーザー光18に変換して、P偏光レーザー光18のみを透過するように方位設定した検光子7により検出を行っているか、これに替えて、S偏光レーザー光17のみを透過するように、検出系の検光子を回転させてS偏光レーザー光を検出してもよい。この回転移動は90°程度が望ましい。

【0119】なお、本実施例では、検出系にラインセンサ9を用いたが、検出系にホトダイオードやホトマル等の光電変換素子を併用としたものを用いてもよいことは言うまでも無い。

【0120】またこの実施例では、各照明系にシリンドリカルレンズ5を用いたが、スリット等を用いてライン状の照明光を実現してもよいことは、言うまでもない。

【0121】また、本実施例と第2実施例、第3実施例、第4実施例及び第5実施例とを組み合わせることにより、さらに高精度に異物を検査できることは言うまでもない。

【0122】図19は本発明の第7実施例における異物検査方法の基本構成図を示すものである。図19において、図中の番号で図2と同一番号のものは同一のものを示す。第1実施例と本実施例とが異なるのは、照明部が複数の点光源からなるアレイ状レーザー光源34と、アレイ方向の像の倍率を変化させる方向に配置されたシリンドリカルレンズ35を備えていることである。

【0123】以上のように構成された本実施例の異物検査方法についてその動作を説明する。アレイ状レーザー光源34からの複数のレーザー光をコリメータレンズ3により平行光とし、複数のレーザー光平行光をシリンドリカルレンズ35によってライン状の平行光にし、入射面12のS偏光レーザー光13が透過するように方位設定した偏光子4によって入射面のS偏光レーザー光13を透過させ、シリンドリカルレンズ5によって被検査基板1に対してほぼ平行になる入射角 α で被検査基板1表面のライン状の領域を照明する。

【0124】このように照明された光が、被検査基板1表面上のハターン23によって反射され、対物レンズ6に入射する光は、第1実施例で述べたように、特定方向

の平面等により、ごく微小である。

【0125】一方、異物24によって散乱される光は、ハターン23からの光に比べ大きい。このようなハターン23からの反射光及び異物24からの散乱光のうち、対物レンズ6に入射した光は、検光子7によって検出面16のP偏光レーザー光18のみが透過され、結像レンズ8によって、ラインセンサ9上に結像される。検出面16のP偏光レーザー光18は、ラインセンサ9によって光電変換され、この検出出力信号を用いて異物24の判定を高精度に行うことができることは、第1実施例と同じである。

【0126】ここで、複数の点光源を用いることについて説明する。入射面12のS偏光レーザー光13による照明強度に対して異物24から発生する検出面16のP偏光レーザー光は非常に弱く、また、異物24のサイズが小さくなれば、より微弱になる。これでは、ラインセンサ9等の検出系の性能で限界が決定される。そこで、複数の光源を用いて、照明の光量を増加させる必要がある。

【0127】また、シリンドリカルレンズ35を用いる理由を説明する。図20にシリンドリカルレンズ35を用いない場合の照明を示した。この場合の結像面36でのライン状照明の強度分布は図22に実線で示すようになる。ある間隔をもって並べられたアレイ状レーザー光源34は、結像面36ではある間隔のヒークを持った照明になってしまい、視野の位置によって対象物の光り方が異なるなどといった欠点が見られた。そこで、図21に示すように、途中にアレイ状レーザー光源34のアレイ方向の像の倍率を変える方向にシリンドリカルレンズ35を配置すると、離散的なレーザービーム列が融合される。その結果、結像面36での強度分布は、図22に点線で示すように、均一なライン状照明が実現できる。

【0128】以上のように本実施例によれば、第1実施例と同様の効果が得られる。さらに、本実施例によれば、複数の点光源からなるアレイ状レーザー光源34とシリンドリカルレンズ35によって均一で大光量のライン状照明が実現できるため、高感度に異物24を検出することかできる。

【0129】なお、この実施例では、検出部にラインセンサ9を用いたが、検出部にホトダイオードやホトマル等の光電変換素子を用いても良いことは言うまでもない。

【0130】またこの実施例では、照明部にシリンドリカルレンズ35、5を用いたが、スリット等を用いてライン状の照明光を実現してもよいことは言うまでもない。

【0131】図23は、本発明の第8実施例における異物検査装置の基本構成図を示すものである。図23において、図2と同一番号のものは、同一のものを示す。この装置は第1実施例を実現する装置で、レーザー光源

2、コリメータレンズ3、偏光子4及びシリンドリカルレンズ5から構成された照明部、対物レンズ6、検光子7、結像レンズ8及びラインセンサ9から構成された検出部、ラインセンサ9で得られた信号を処理する信号処理部、及び被検査基板1を搭載し2次元に移動させるXY移動台22を設けている。信号処理部は、ラインセンサ9からの出力信号をA/D変換するA/D変換回路19、異物24を検出するために予め設定されたしきい値を記憶しているメモリ回路20、A/D変換回路19の出力とメモリ回路20に記憶されたしきい値を比較し異物24を検査する信号比較回路21によって構成されている。

【0132】以上のように構成された本実施例の異物検査装置についてその動作を説明する。レーザー光源2からのレーザー光をコリメータレンズ3により平行光とし、入射面12のS偏光レーザー光13が透過するように方位設定した偏光子4によって入射面12のS偏光レーザー光13を透過させ、シリンドリカルレンズ5によって被検査基板1に対してほぼ平行になる入射角 α で被検査基板1表面のライン状の領域を照明する。

【0133】このように照明された光が、被検査基板1表面上のパターン23によって反射され、対物レンズ6に入射する光は、第1実施例で述べたように、特定方向の平面等により、ごく微小である。

【0134】一方、異物24によって散乱される光は、パターン23からの光に比べ大きい。このようなパターン23からの反射光及び異物24からの散乱光のうち、対物レンズ6に入射した光は、検光子7によって検出面16のP偏光レーザー光18のみが透過され、結像レンズ8によってラインセンサ9上に結像される。検出面16のP偏光レーザー光18はラインセンサ9によって光電変換され、検出信号を得ることは第1実施例と同様である。

【0135】本実施例においては、検出信号がA/D変換回路19によってA/D変換される。そしてこの出力信号は、信号比較回路21によって、メモリ回路20にあらかじめ設定しているしきい値と検出信号を比較する事によって異物24の判定を行う。以後試料XY移動台22を移動させて、順次被検査基板1の全表面の異物検査を行うことができる。

【0136】なお、この実施例では、検出部にラインセンサ9、試料移動手段としてXY移動台22を用いたか、検出部にホトダイオードやホトマル等の光電変換素子、試料移動手段として回転移動を併用したものをを用いても良いことは言うまでもない。

【0137】またこの実施例では、照明部にシリンドリカルレンズ5を用いたか、スリット等を用いてライン状の照明光を実現しても良いことは言うまでもない。また本実施例と第2実施例～第7実施例とを組み合わせることにより、さらに、高精度に異物24を検査できること

は言うまでもない。

【0138】これ以外にも、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲内で適宜変更して実施し得るものである。

【0139】

【発明の効果】本発明の異物検査方法は、上記した構成によって、異物からの検出光の光強度を、パターン等からの検出光の光強度より著しく向上させることにより、異物とパターン等ノイズとなる成分との弁別比を向上させ、かつ、微小な異物まで検出することが可能である。

【0140】また光ビームの光軸と検査対象の検査面とのなす角が $1^{\circ} \sim 5^{\circ}$ にすることにより、更に、異物とパターンの弁別比が良くなるため、高精度に異物を検出することが可能である。

【0141】また、検査面とのなす角が 60° 以下になる光軸にて検出することにより、さらに、異物とパターンとの弁別比が良くなるため、高精度に異物を検出することが可能である。

【0142】また検査面とのなす角が 40° 以下になるような位置の光軸にて検出することにより、更に、光軸外においても、異物とパターンとの弁別比が良いため、高精度に異物を検出することが可能である。

【0143】また、検出部に周期パターンを除去する空間フィルタを設けることにより、検査対象のパターンからの光を除去できるため、さらに、高精度に異物を検出することが可能である。

【0144】また、検出部に光軸外において共焦点光学系以上の開口を有するように設定された光学系を設けることにより、光軸外においても異物からの光量を多く受光できるため、光軸外においても高精度に異物を検出することが可能である。

【0145】また、検出部にテレセントリック光学系を設けることにより、検査対象がうねっていても倍率関係が損なわれないため、高精度の異物の検査を実現できる。

【0146】また、検出部に1/2波長板と検査対象の種類に応じて1/2波長板を抜き差しする波長板移動制御部を設けることにより、光強度の大きい偏光方向を選ぶことのできるため、高感度で異物の検査を実現できる。

【0147】また、照明部に複数の点光源と点列と平行な方向の像の倍率を変化させるように配置されたシリンドリカルレンズを設けることにより、照度が大きく均一なラインビームを照射できるため、高精度で異物を検出することが可能である。

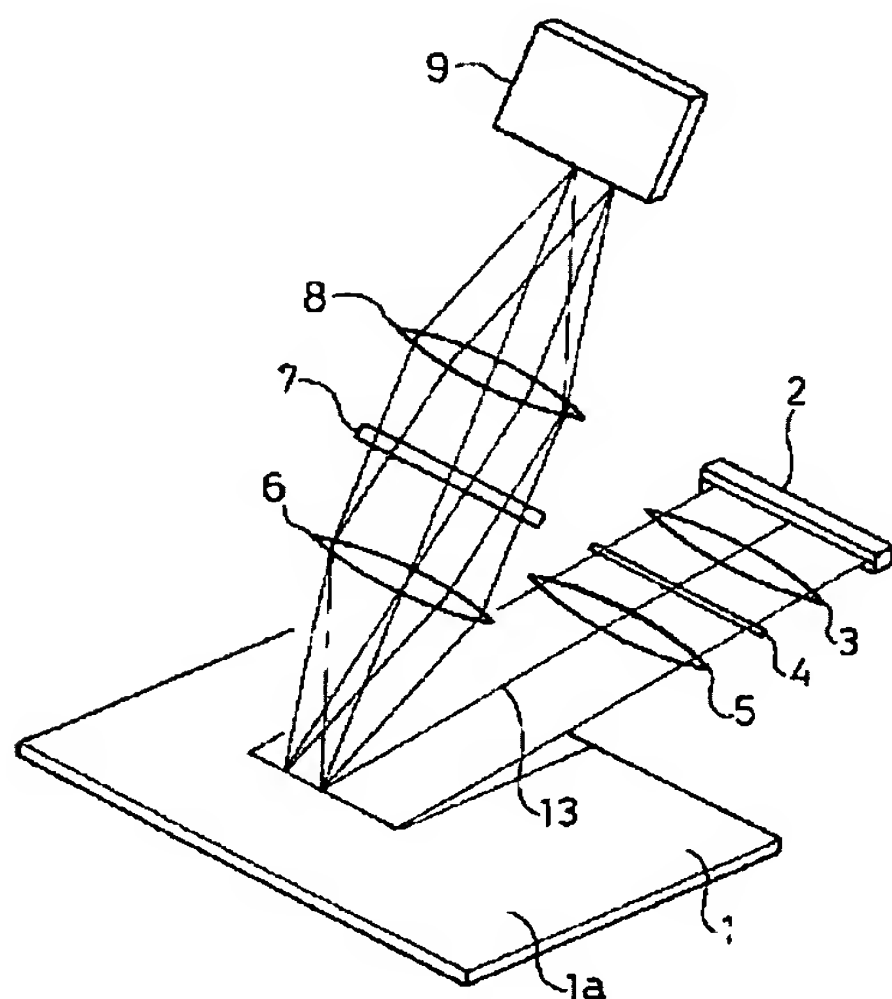
【0148】また、本発明の異物検査装置は、上記した構成によって、検査対象のパターン等ノイズとなる成分からの光はほとんど受光しないため、高精度の異物の検査を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す構成図。

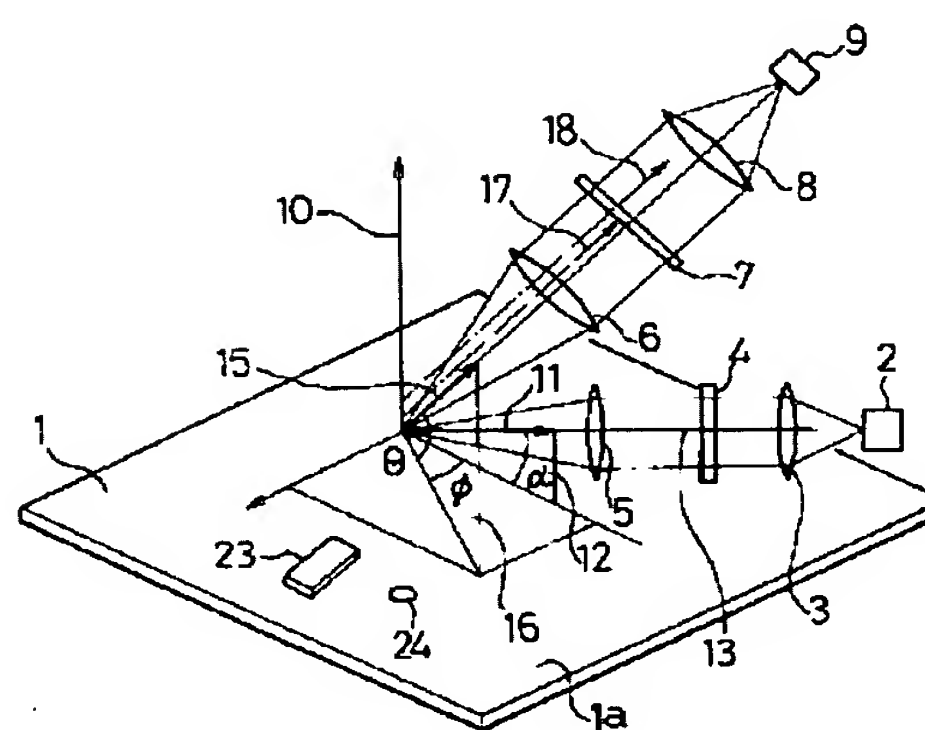
- 【図2】同実施例における説明図。
 【図3】同実施例におけるベクトル説明図。
 【図4】同実施例におけるパターン反射光の説明図。
 【図5】同実施例におけるパターン反射光の強度分布図。
 【図6】同実施例における異物散乱光の強度分布図。
 【図7】同実施例における検出角 0° を実現する場合の構成図。
 【図8】同実施例における検出角とS/Nとの関係図。
 【図9】同実施例における入射角とS/Nとの関係図。
 【図10】本発明の第2実施例を示す構成図。
 【図11】同実施例における光軸からの距離とS/Nとの関係図。
 【図12】本発明の第3実施例を示す構成図。
 【図13】本発明の第4実施例を示す構成図。
 【図14】同実施例の光学系の説明図。
 【図15】同実施例における光軸からの距離とS/Nとの関係図。
 【図16】本発明の第5実施例を示す構成図。
 【図17】本発明の第6実施例を示す構成図。
 【図18】同実施例における1/2波長板の配置の説明図。
 【図19】本発明の第7実施例を示す構成図。
 【図20】同実施例におけるアレイ状レーザー光源のみを用いた照明部の構成図。
 【図21】同実施例におけるアレイ状レーザー光源とシリンドリカルレンズを用いた照明部の構成図。 *

【図1】

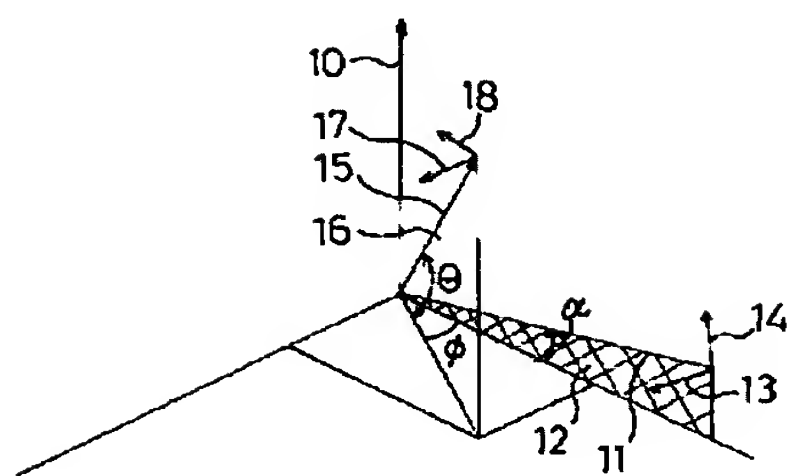


- * 【図22】同実施例における照明光の結像面での強度分布図。
 【図23】本発明の第8実施例を示す構成図。
 【図24】従来の異物検査方法の構成図。
 【図25】検出角とS/Nとの関係図。
 【符号の説明】
 1 被検査基板（検査対象）
 1a 表面（検査面）
 2 レーザー光源
 4 偏光子
 5 シリンドリカルレンズ
 6、27、29 対物レンズ
 7 検光子
 8、28、30 結像レンズ
 9 ラインセンサ（光電変換素子）
 13 S偏光となるビーム
 18 P偏光となるビーム
 23 パターン
 24 異物
 25 空間フィルタ
 33 1/2波長板
 34 アレイ状レーザー光源
 35 シリンドリカルレンズ
 α 入射角
 θ 検出角
 ϕ 方位角（差角）

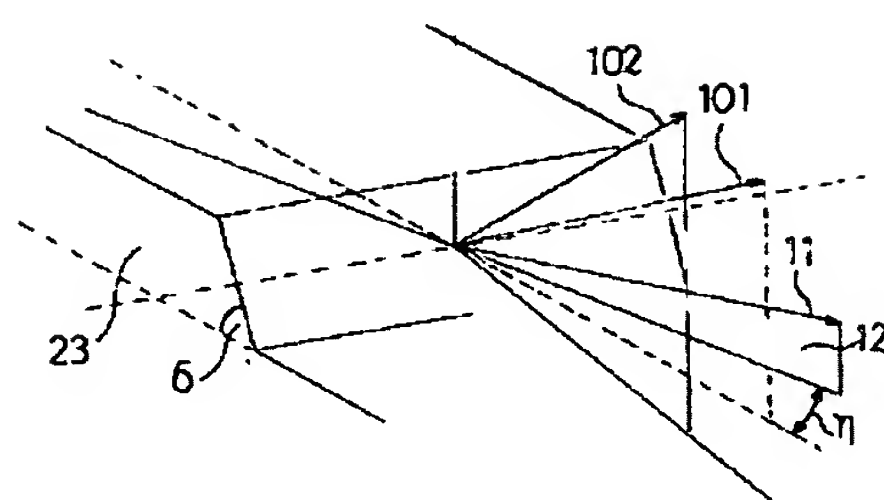
【図2】



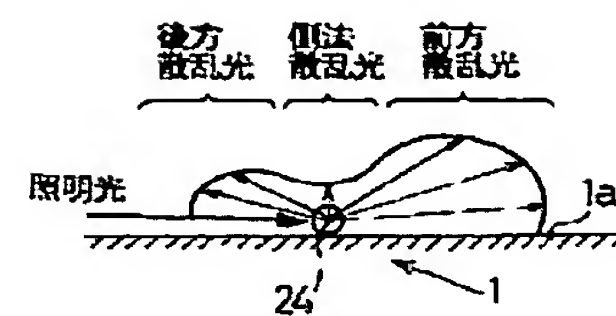
【図3】



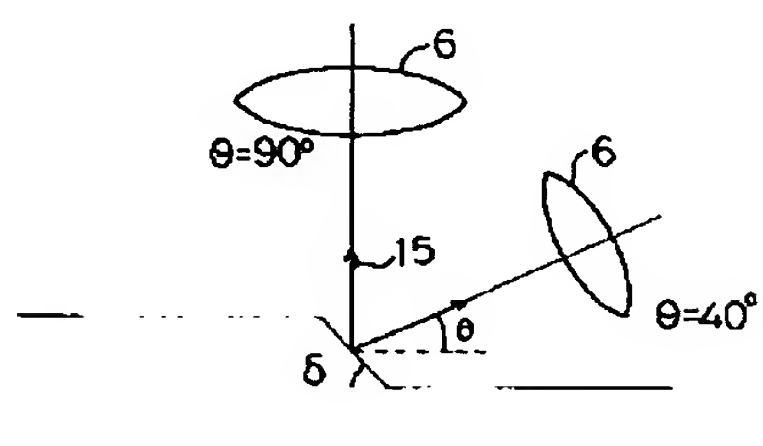
【図4】



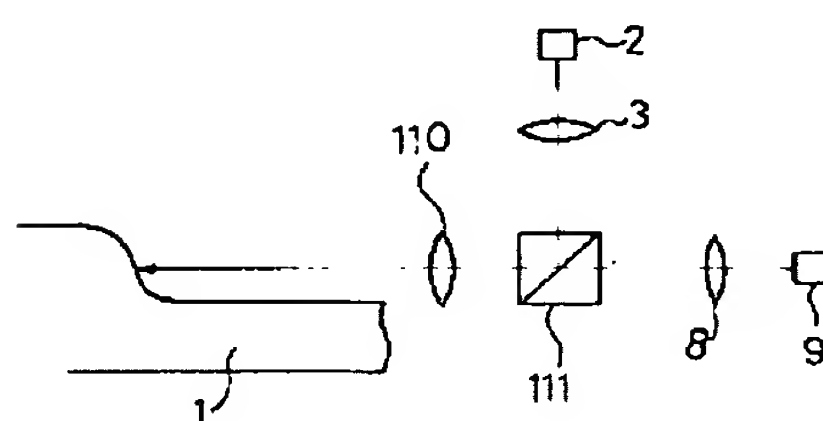
【図6】



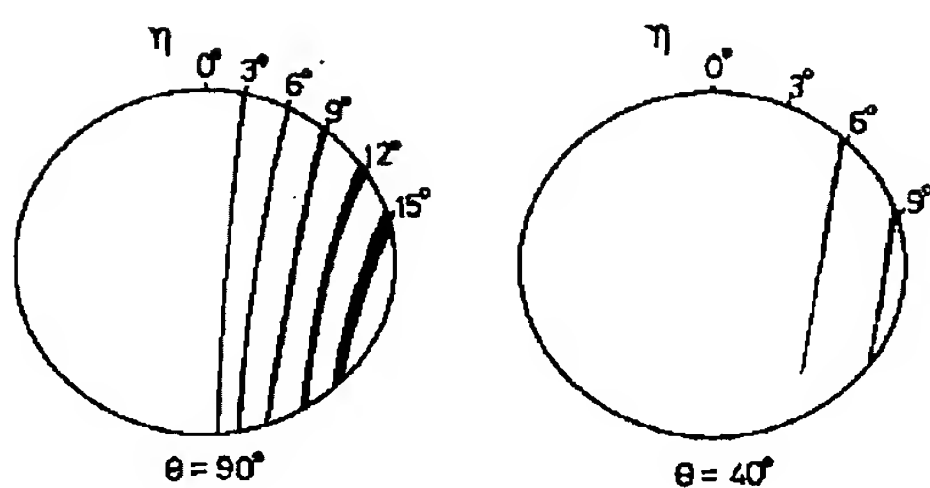
【図5】



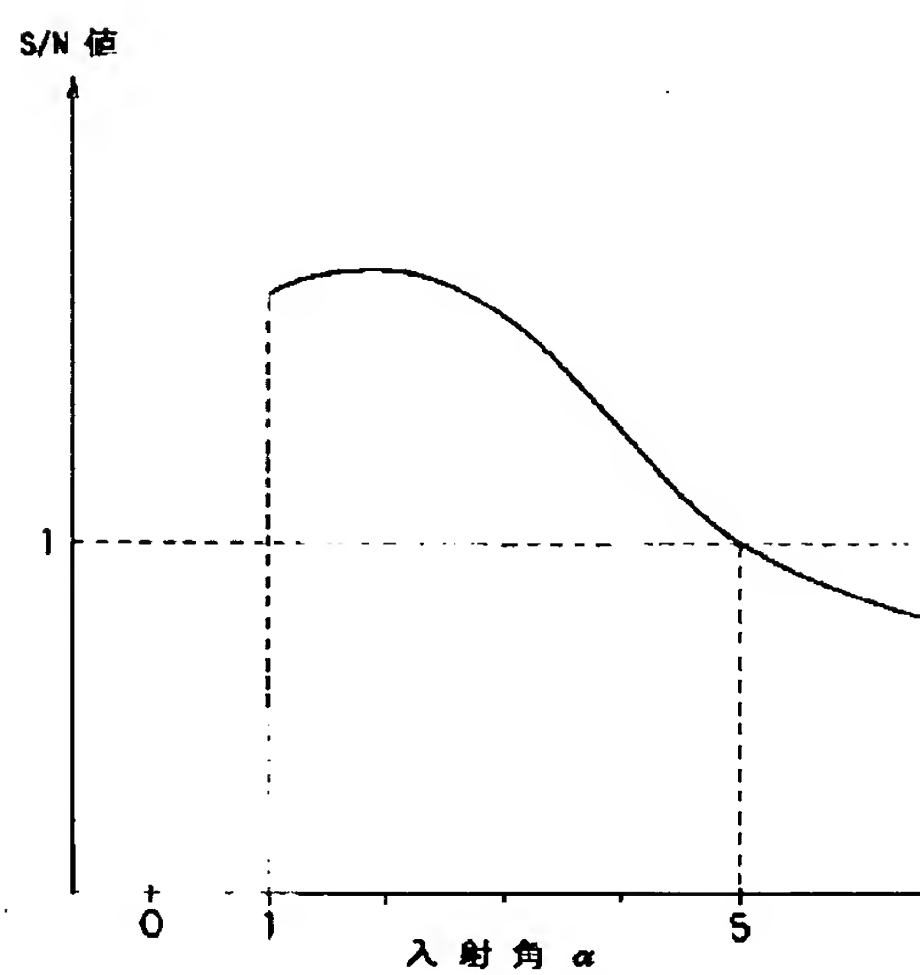
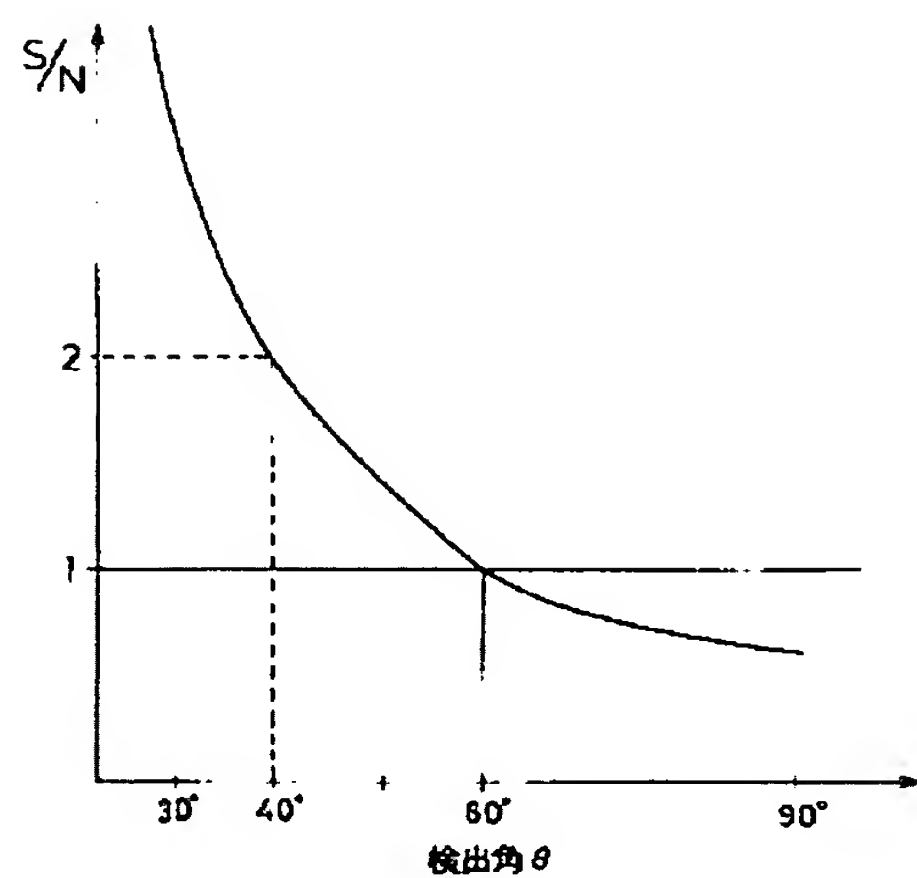
【図7】



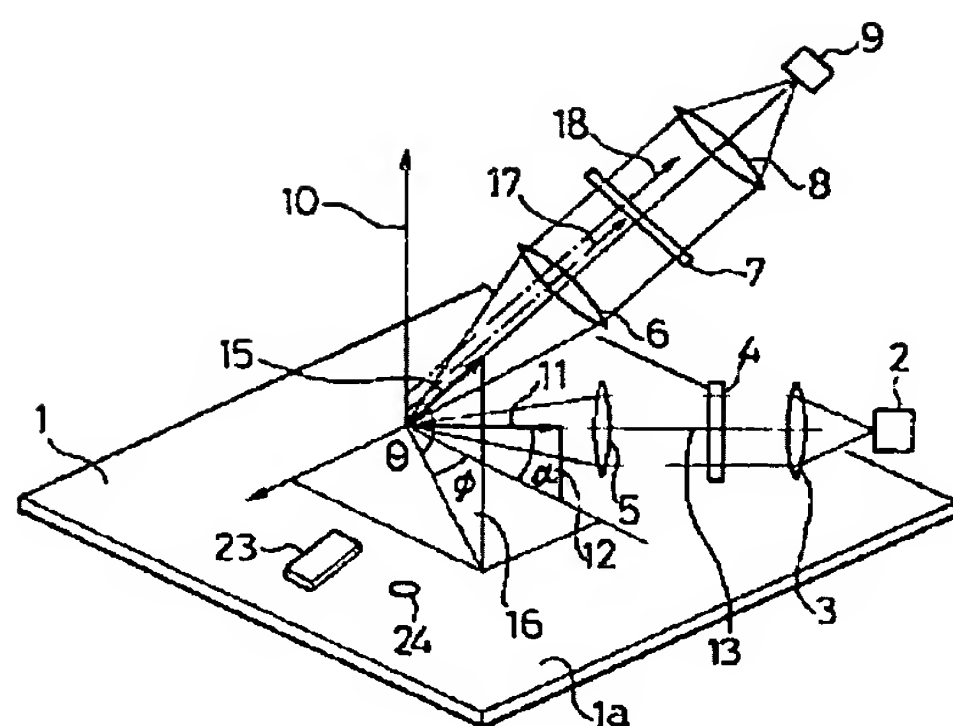
【図9】



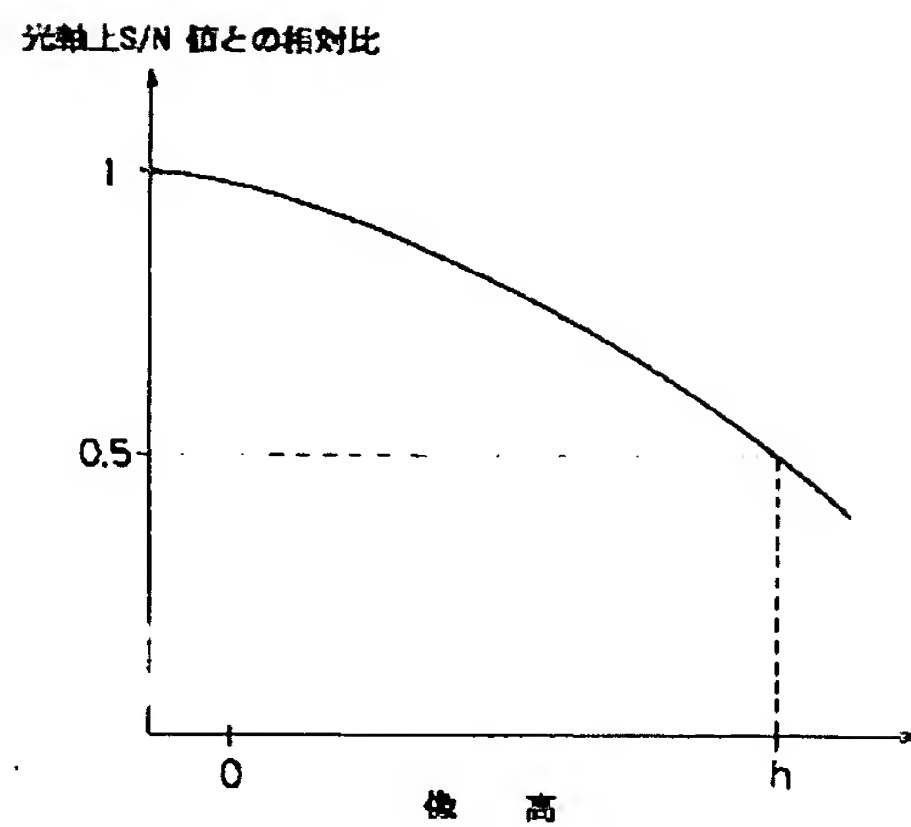
【図8】



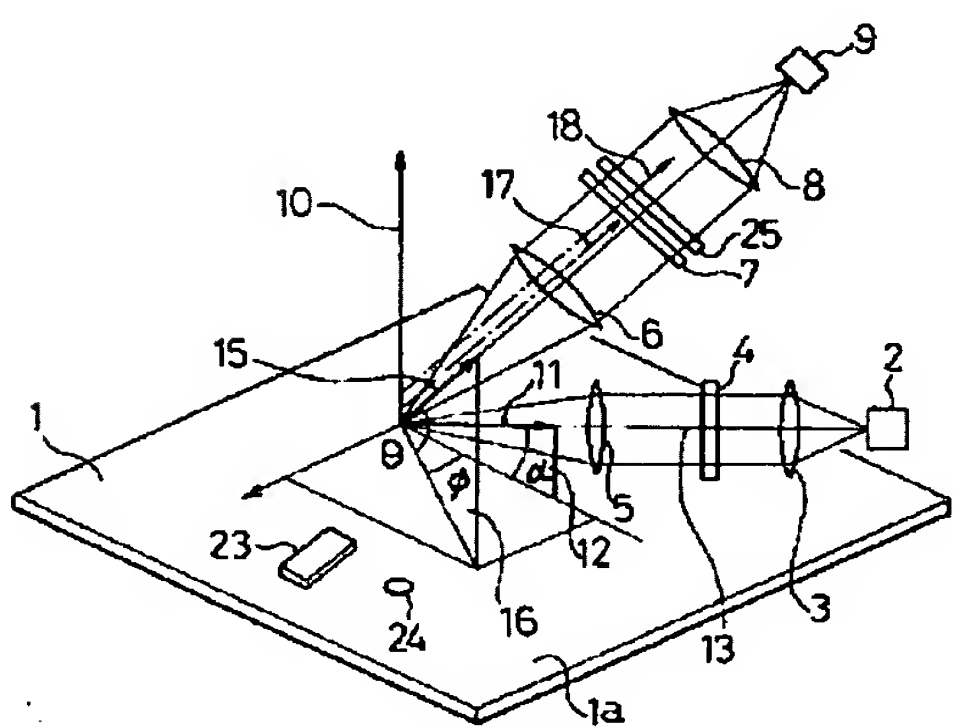
【図10】



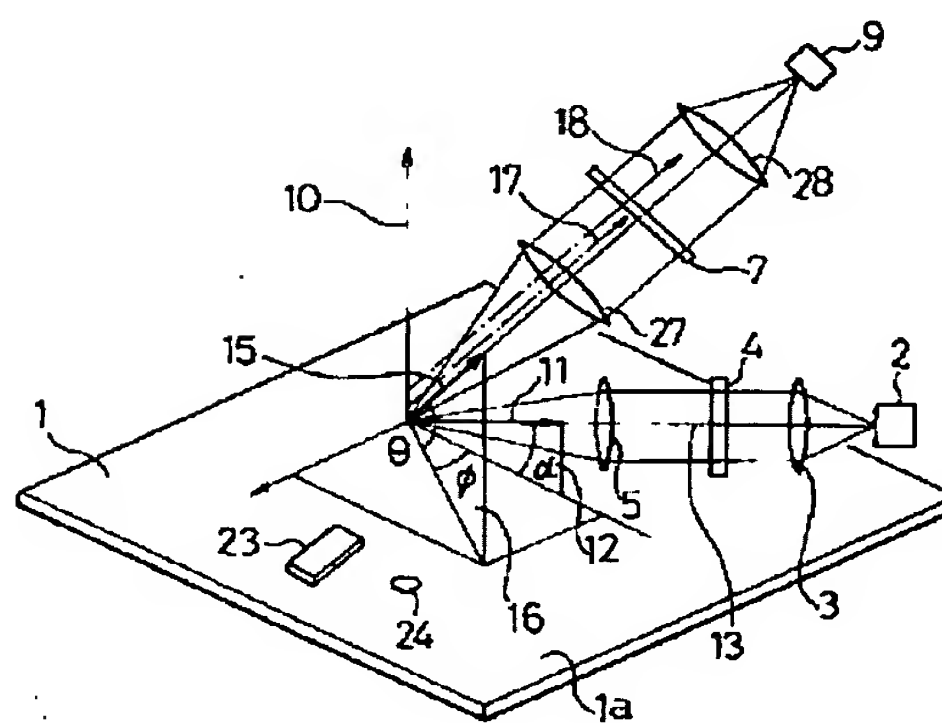
【図11】



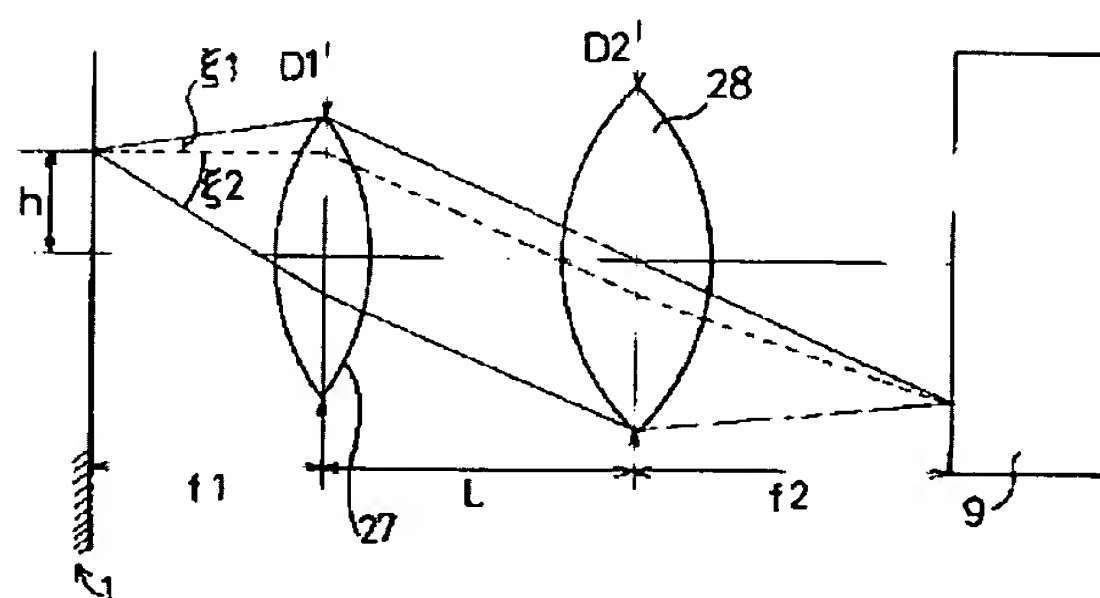
【図12】



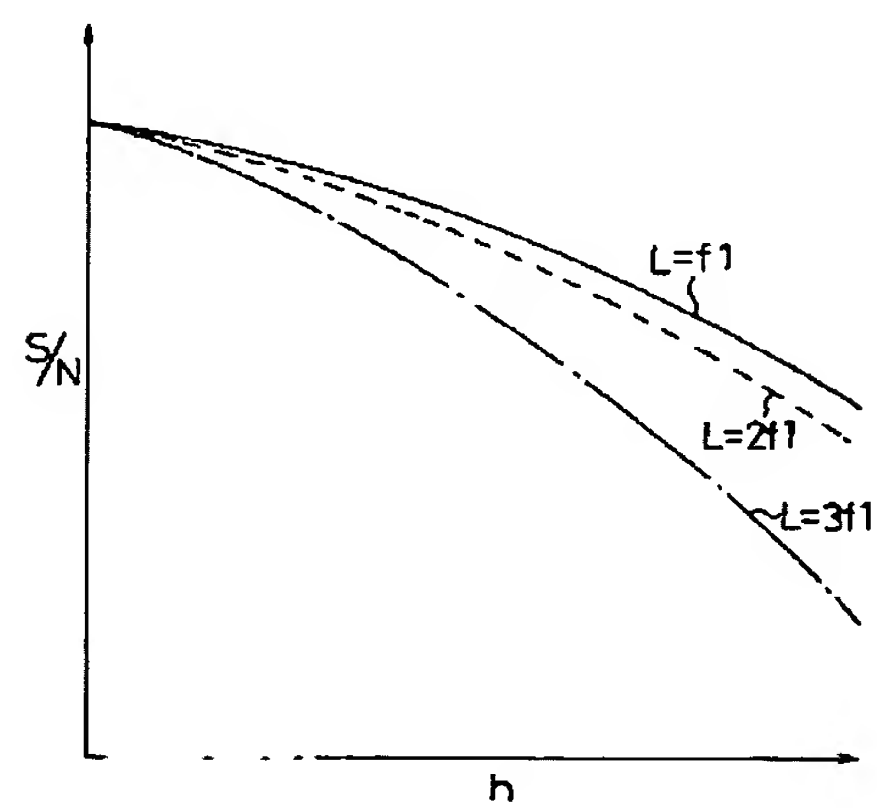
【図13】



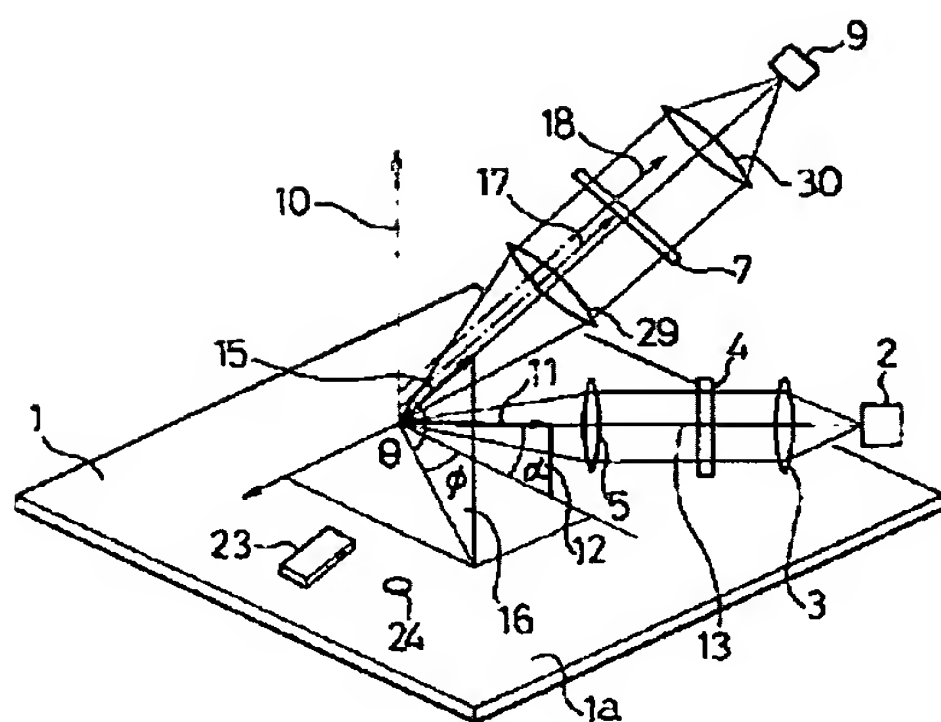
【図14】



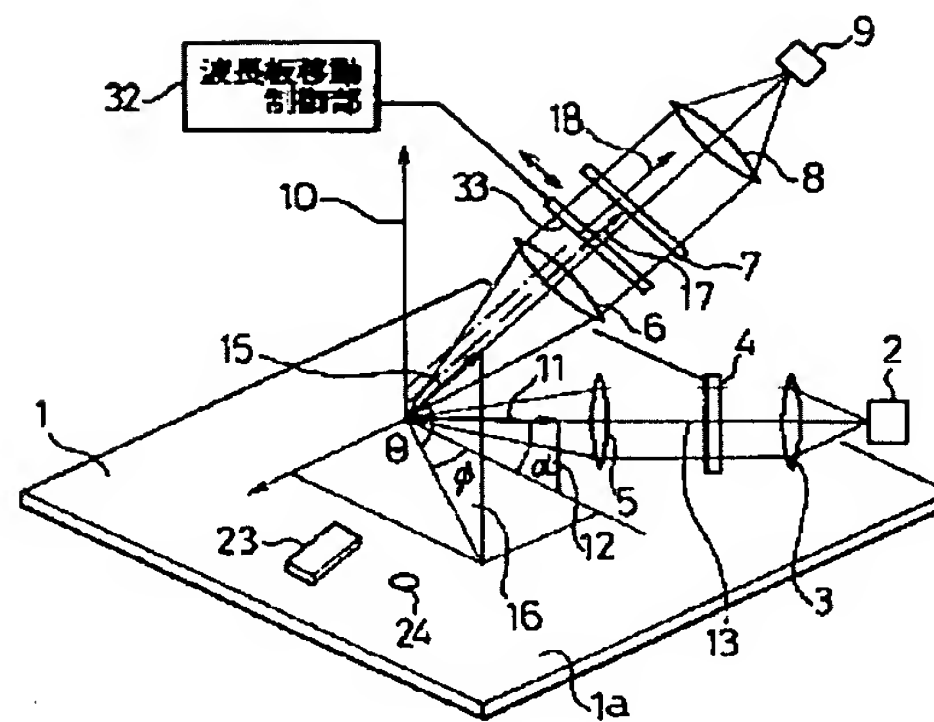
【図15】



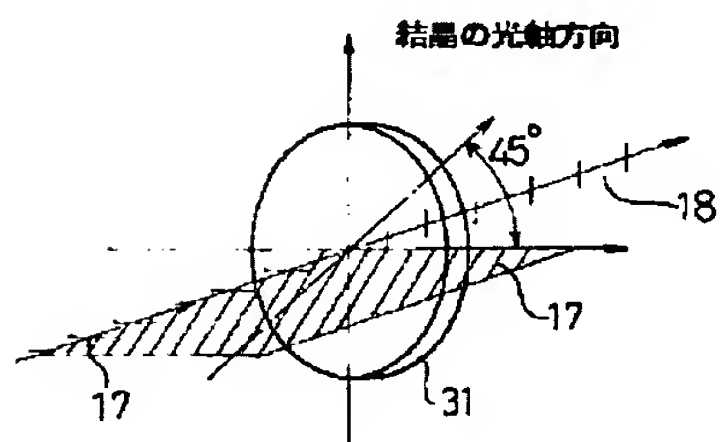
【図16】



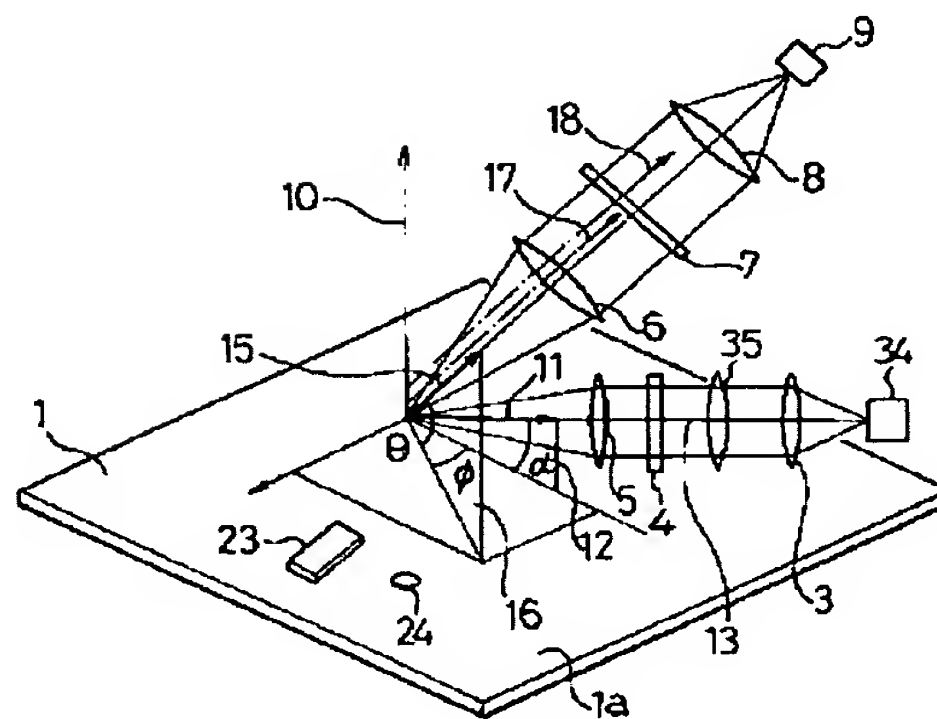
【図17】



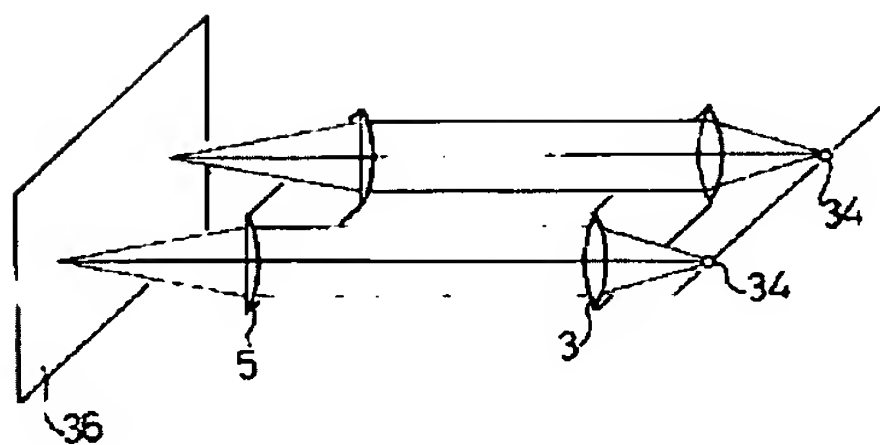
【図18】



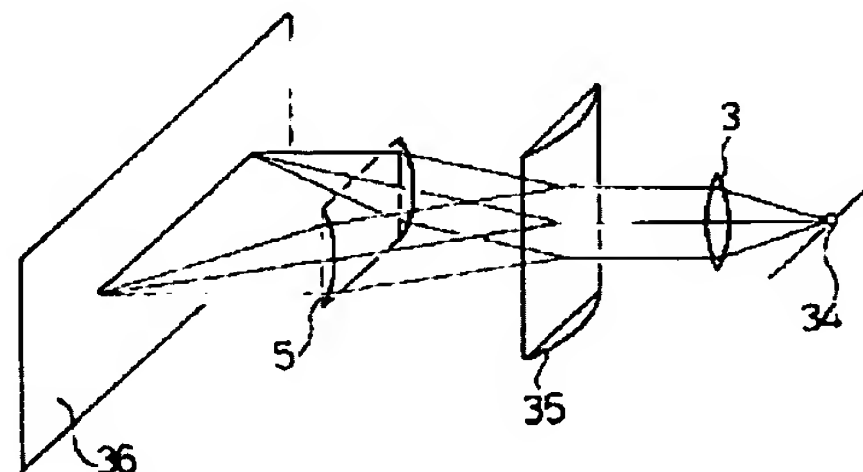
【図19】



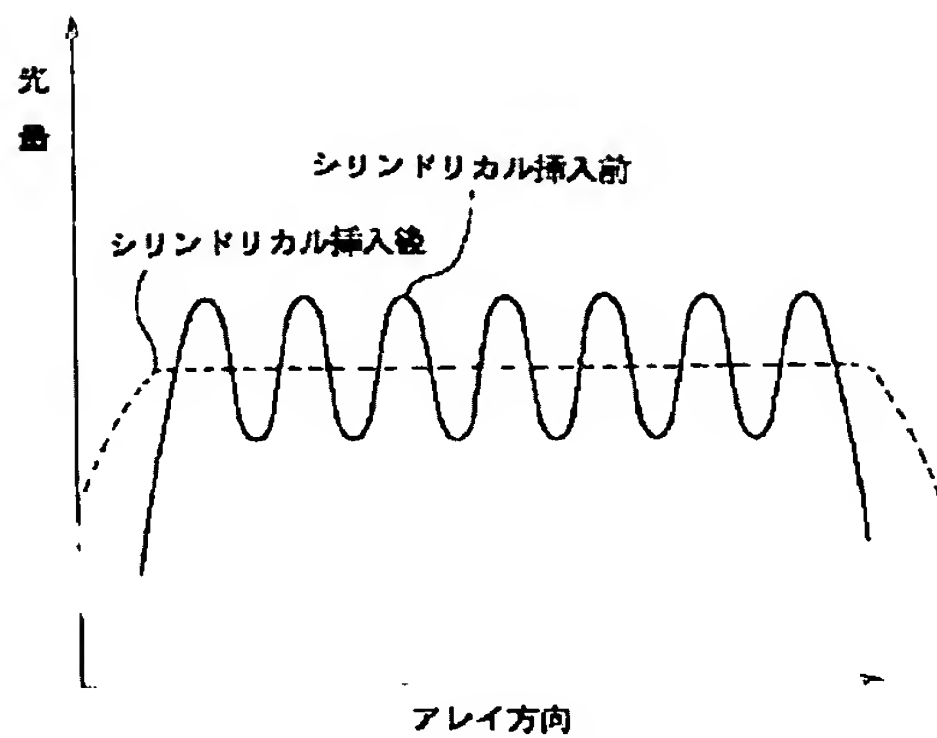
【図20】



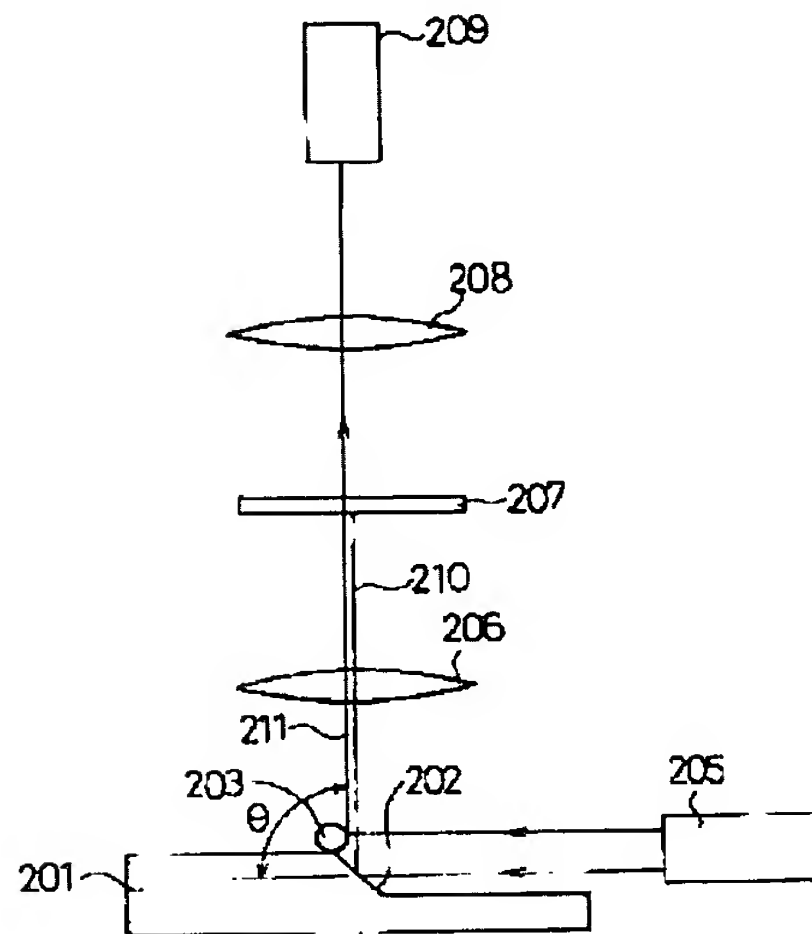
【図21】



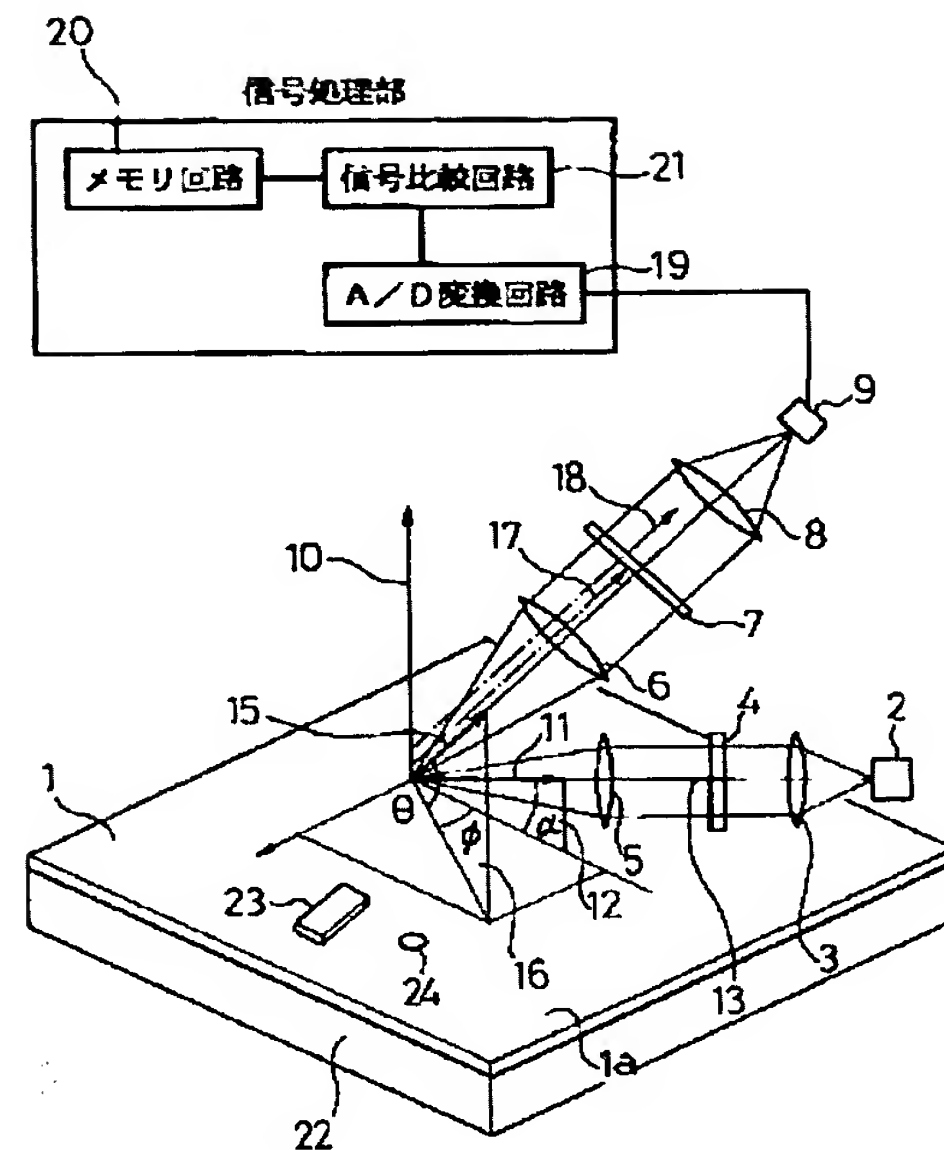
【図22】



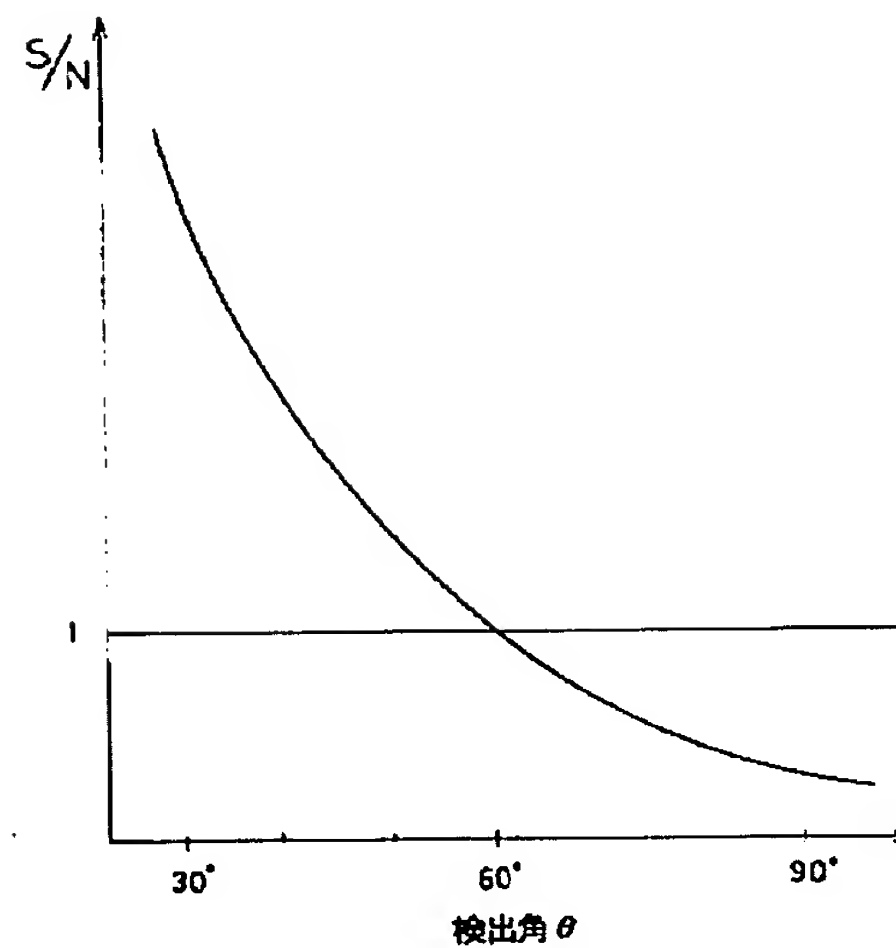
【図24】



【図23】



【図25】



【手続補正書】

【提出日】平成7年8月9日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】以上のように構成された従来の基板検査方法について、その動作を説明する。被検査基板201にはほぼ平行な方向からS偏光レーザー光源205の光を照射すると、パターン202による反射光210は偏光方向を乱されることなくそのまま反射される。つまり、S偏光の反射光210は、対物レンズ206を透過後、P

偏光を透過、つまり、S偏光を遮光するように設定された検光子207により遮光される。一方、異物203にS偏光レーザー光源205からの光を照射すると、異物203により散乱が発生し、偏光成分が乱され、P偏光成分を含んだ散乱光211となる。この散乱光211は、対物レンズ206を透過した後、検光子207によりS偏光成分が遮光され、P偏光成分だけが透過し、結像レンズ208により、光電変換素子209に結像される。この光電変換素子209からの出力信号により異物203の存在位置を検出することが可能となる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0085

【補正方法】変更

【補正内容】

【0085】以上のように構成された本実施例の異物検査方法について、その動作を説明する。レーザー光源2からのレーザー光をコリメータレンズ3により平行光とし、入射面12のS偏光レーザー光13が透過するように方位設定した偏光子4によって入射面のS偏光レーザー光13を透過させ、シリンドリカルレンズ5によって被検査基板1に対してほぼ平行になる入射角 α で被検査基板1表面のライン状の領域を照明する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】符号の説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【符号の説明】

- 1 被検査基板（検査対象）
- 1a 表面（検査面）
- 2 レーザー光源
- 4 偏光子
- 5 シリンドリカルレンズ
- 6、27、29 対物レンズ
- 7 検光子
- 8、28、30 結像レンズ
- 9 ラインセンサ（光電変換素子）
- 13 S偏光となるビーム
- 18 P偏光となるビーム
- 23 パターン
- 24 異物
- 25 空間フィルタ
- 31 1/2波長板
- 34 アレイ状レーザー光源

35 シリンドリカルレンズ

α 入射角

θ 検出角

ϕ 方位角（方位角）

【手続補正4】

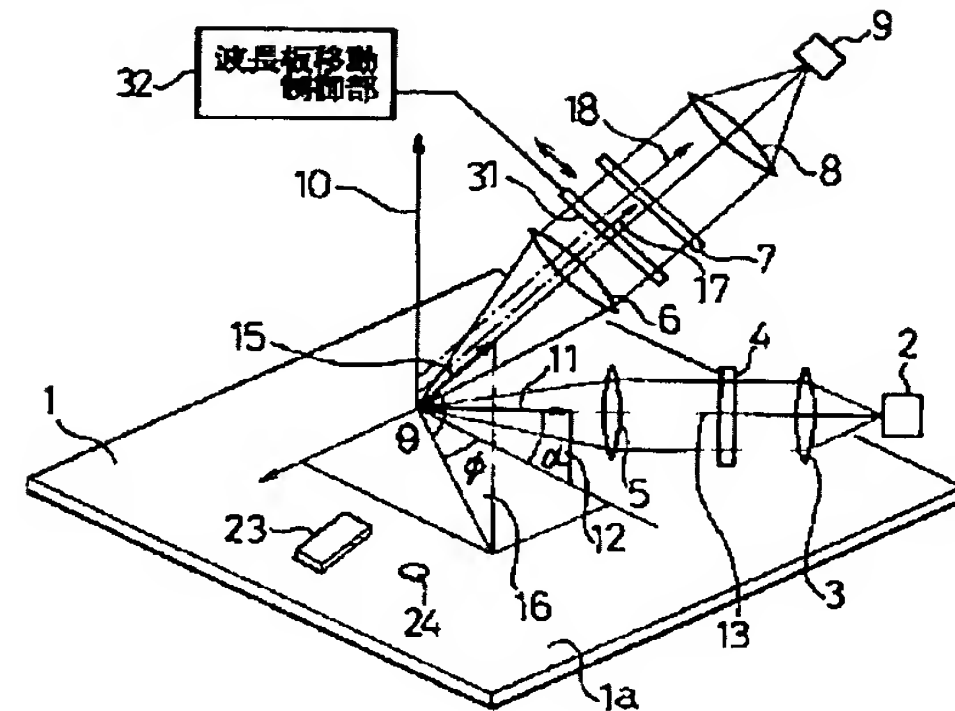
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図17

【補正方法】変更

【補正内容】

【図17】



【手続補正5】

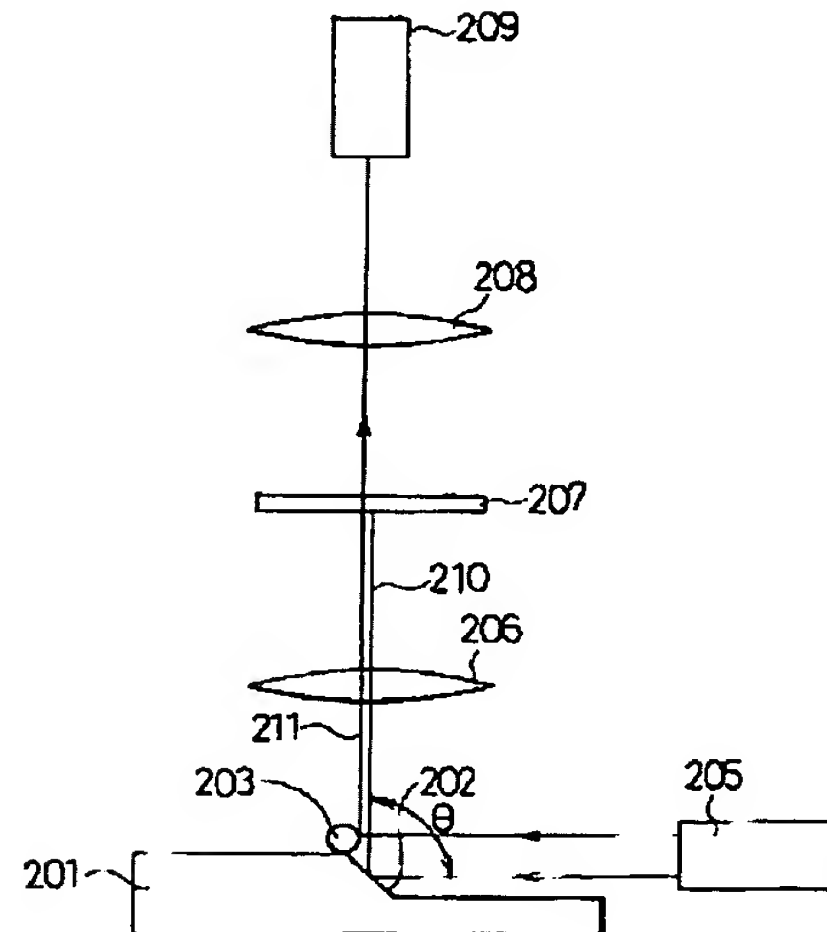
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図24

【補正方法】変更

【補正内容】

【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 正弥
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 西井 完治
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内